

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-200555

[ST.10/C]:

[JP2002-200555]

出 願 人

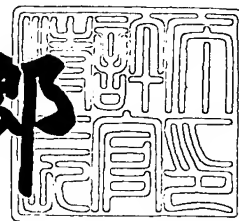
Applicant(s):

株式会社半導体エネルギー研究所

2003年 5月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3040231

【書類名】 特許願

【整理番号】 P006501

【提出日】 平成14年 7月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 高野 圭恵

【特許出願人】

【識別番号】 000153878

【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002543

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置及びその作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

p チャンネル型 T F T と n チャンネル型 T F T を有する半導体装置であって、
前記 p チャンネル型 T F T が有する第 1 の島状の半導体膜は前記 n チャンネル型 T F T が有する第 2 の島状の半導体膜よりもゲート絶縁膜との界面近傍における { 1 1 0 } の配向比率が高く、 { 1 0 0 } の配向比率が低いことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

p チャンネル型 T F T と n チャンネル型 T F T を有する半導体装置であって、
前記 p チャンネル型 T F T が有する第 1 の島状の半導体膜は、触媒元素を添加して加熱することで結晶化された後、第 1 のレーザー光が照射されており、
前記 n チャンネル型 T F T が有する第 2 の島状の半導体膜は第 2 のレーザー光が照射されており、
前記第 1 の島状の半導体膜は前記第 2 の島状の半導体膜よりもゲート絶縁膜との界面近傍における { 1 1 0 } の配向比率が高く、 { 1 0 0 } の配向比率が低いことを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、
前記第 1 の島状の半導体膜において前記 { 1 1 0 } の配向比率は 9 % 以上であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項において、
前記第 2 の島状の半導体膜において前記 { 1 0 0 } の配向比率は 7 % 以上であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】

第 1 の島状の半導体膜を有する p チャンネル型 T F T と、第 2 の島状の半導体膜を有する n チャンネル型 T F T とを有する半導体装置の作製方法であって、

半導体膜に触媒元素を添加して加熱することで、結晶性が高められた第 1 の領域と、前記第 1 の領域と比較して結晶性が劣っている第 2 の領域とを形成し、

前記第 1 の領域に第 1 のレーザー光を照射することで、前記第 1 の領域よりも結晶性が高められた第 3 の領域を形成し、

前記第 2 の領域に第 2 のレーザー光を照射することで、前記第 2 の領域よりも結晶性が高められた第 4 の領域を形成し、

前記第 3 の領域と前記第 4 の領域をパターンニングして、前記第 1 の島状の半導体膜と、前記第 2 の島状の半導体膜をそれぞれ形成し、

前記第 1 と第 2 のレーザー光は、互いにエネルギー密度が同じであり、

前記第 1 のレーザー光の走査速度は前記第 2 のレーザー光の走査速度より速いことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 6】

基板上に第 1 の島状の半導体膜を有する p チャネル型 T F T と、第 2 の島状の半導体膜を有する n チャネル型 T F T を有する半導体装置の作製方法であって、

半導体膜の一部に触媒元素を添加して加熱することで、前記基板と平行な方向に結晶が成長した第 1 の領域と、前記第 1 の領域と比較して結晶性が劣っている第 2 の領域とを形成し、

前記第 1 の領域に第 1 のレーザー光を照射することで、前記第 1 の領域よりも結晶性が高められた第 3 の領域を形成し、

前記第 2 の領域に第 2 のレーザー光を照射することで、前記第 2 の領域よりも結晶性が高められた第 4 の領域を形成し、

前記第 3 の領域と前記第 4 の領域をパターンニングして、前記第 1 の島状の半導体膜と、前記第 2 の島状の半導体膜をそれぞれ形成し、

前記第 1 と第 2 のレーザー光は、互いにエネルギー密度が同じであり、

前記第 1 のレーザー光の走査速度は前記第 2 のレーザー光の走査速度より速いことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 7】

基板上に第 1 の島状の半導体膜を有する p チャネル型 T F T と、第 2 の島状の半導体膜を有する n チャネル型 T F T を有する半導体装置の作製方法であって、

半導体膜の表面の一部に触媒元素を添加して加熱することで、前記基板に対して垂直な方向に結晶が成長した第 1 の領域と、前記第 1 の領域と比較して結晶性が劣っている第 2 の領域とを形成し、

前記第 1 の領域に第 1 のレーザー光を照射することで、前記第 1 の領域よりも結晶性が高められた第 3 の領域を形成し、

前記第 2 の領域に第 2 のレーザー光を照射することで、前記第 2 の領域よりも結晶性が高められた第 4 の領域を形成し、

前記第 3 の領域と前記第 4 の領域をパターンニングして、前記第 1 の島状の半導体膜と、前記第 2 の島状の半導体膜をそれぞれ形成し、

前記第 1 と第 2 のレーザー光は、互いにエネルギー密度が同じであり、

前記第 1 のレーザー光の走査速度は前記第 2 のレーザー光の走査速度より速いことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 8】

請求項 5 乃至請求項 7 のいずれか 1 項において、

前記第 1 のレーザー光の走査速度は、 20 cm/sec より速く 2000 cm/sec 以下であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 9】

請求項 5 乃至請求項 8 のいずれか 1 項において、

前記第 2 のレーザー光の走査速度は、 1 cm/sec 以上 20 cm/sec 以下であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 10】

請求項 5 乃至請求項 9 のいずれか一項において、前記第 1 または前記第 2 のレーザー光は、YAG レーザー、 YVO_4 レーザー、YLF レーザー、 YAlO_3 レーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライドレーザー、Ti : サファイアレーザーまたは Y_2O_3 レーザーから選ばれた一種または複数種を用いていることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 11】

請求項 5 乃至請求項 10 のいずれか 1 項において、前記第 1 または前記第 2 のレーザー光は連続発振であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 2】

請求項 5 乃至請求項 1 1 において、前記第 1 または前記第 2 のレーザー光は第 2 高調波であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、絶縁表面上において結晶化された半導体膜を用いる半導体素子、代表的には薄膜トランジスタ（TFT：Thin Film Transistor）、を用いる半導体装置及びその作製方法に関する。尚、本明細書において半導体装置とは、半導体特性を利用して機能する装置全般を指し、液晶表示装置や、発光素子を用いた発光装置等に代表される半導体表示装置、半導体集積回路（マイクロプロセッサ、信号処理回路または高周波回路等）を範疇に含んでいる。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

テレビ受像器、パーソナルコンピュータ、携帯電話などの様々な電子機器において、文字や画像を表示するためのディスプレイは情報を人間が認識する手段として必要不可欠なものとなっている。特に最近では、液晶の電気光学特性を利用した液晶表示装置に代表される平板型の半導体表示装置（フラットパネルディスプレイ）が積極的に用いられている。

【0 0 0 3】

フラットパネルディスプレイの一つの形態として、画素毎に T F T を設け、映像信号を順次書き込むことにより映像の表示を行うアクティブマトリクス駆動方式が知られている。T F T はアクティブマトリクス駆動方式を実現する上で必須の素子となっている。

【0 0 0 4】

T F T は非晶質半導体膜を用いて作製されるものがほとんどであったが、電界効果移動度（以下、移動度と呼ぶ）が低く、映像信号を処理するために必要な周波数で動作させることが不可能であったので、もっぱら画素毎に設けるスイッチング素子としてのみ使用されていた。画素を選択するための走査線駆動回路や、

選択された画素に映像信号を入力するための信号線駆動回路は、T A B (Tape Automated Bonding)やC O G (Chip on Glass)により実装する外付けのI C (ドライバI C)で賄っていた。

【0005】

しかしながら、画素密度が高くなると画素ピッチが狭くなるので、ドライバI Cを実装する方式には限界があると考えられている。例えば、UXGA (画素数1200×1600個)を想定した場合、RGBカラー方式では単純に見積もっても6000個の接続端子が必要になる。接続端子数の増加は接点不良の発生確率を増加させる原因となる。また、画素部の周辺部分の領域(額縁領域)が増大し、これをディスプレイとする半導体装置の小型化や外観のデザインを損なう要因となる。

【0006】

このような背景から、駆動回路一体型の半導体表示装置の必要性が明瞭になっている。画素部と走査線及び信号線駆動回路を同一の基板に一体形成、所謂システムオンパネル化することで、接続端子の数は激減し、また額縁領域の面積も縮小させることができる。

【0007】

システムオンパネル化を実現する手段として、多結晶半導体膜でT F Tを形成する方法が提案されている。多結晶半導体膜で形成されたT F T (多結晶T F T)は、非晶質半導体膜を用いて形成されたT F Tに比べて移動度が高いため、映像信号を処理するために必要な周波数で動作させることが可能である。よって、多結晶T F Tを用いることで、画素部と走査線及び信号線駆動回路を同一の基板に一体形成した、駆動回路一体型の半導体表示装置が実現可能となっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、半導体表示装置は走査線または信号線駆動回路などに代表される駆動回路に加えて、コントローラやC P U等が実装された形態を取り得る。そこで近年では駆動回路に加えて、今まで単結晶のシリコン基板で形成されてきたコントローラやC P U等も、ガラス基板上に一体形成することが試みられている。駆

動回路と同様に、コントローラ又はCPU等を共に画素部と同じガラス基板上に一体形成することが可能になれば、半導体表示装置の大きさを飛躍的に抑えることができ、物理的衝撃に対する耐性をより高めることができる。

【0009】

しかし、多結晶TFTの電気的特性は、所詮単結晶のシリコン基板に形成されるMOSトランジスタ（単結晶トランジスタ）の特性に匹敵するものではなかった。特にオン電流や移動度は、結晶粒の界面（粒界）における欠陥の存在により、単結晶トランジスタに比べ劣っていた。なお粒界とは、結晶粒界とも呼ばれる、面欠陥に分類される格子欠陥の1つである。面欠陥には粒界の他に、双晶面や積層欠陥などが含まれるが、本明細書ではダングリングボンドを有する電氣的に活性な面欠陥、つまり粒界と積層欠陥をまとめて粒界と総称する。

【0010】

そのため、多結晶TFTを用いてコントローラやCPU等の集積回路の作製を試みた場合、移動度が低いため十分なオン電流が得られず、動作速度が今一つであった。

【0011】

オン電流を増加させる手段の1つとして、チャネル長Lに対するチャネル幅Wの割合（ W/L ）を大きくするという方法が挙げられる。しかし、チャネル長Lのサイズを小さくするのは露光技術の精度の点から限界がある。また配線抵抗を考慮するとコントローラやCPU等の集積回路においてある程度の高集積化は必要不可欠であり、よってTFTや配線のレイアウト上の制約が大きく、チャネル幅Wを大きくするのは容易ではない。したがって、 W/L の制御は限界があり、それだけでは十分なオン電流の確保は難しかった。

【0012】

またオン電流を増加させる手段の1つとして、トランジスタのチャネル形成領域における結晶の配向を制御することで、移動度を高める方法が挙げられる。移動度が結晶の配向に依存し、その依存のし方が極性によって異なることは、「Mobility Anisotropy of Electrons in Inversion Layers on Oxidized Silicon Surfaces, Tai Sato, Yoshiyuki Takeishi, and Hisashi Hara, Physical REVIEW

B4 (1971) 1950-1960」において既に紹介されている。しかし上記文献では単結晶シリコンの場合についてのみ記載されており、いかにT F Tに適用するかまでは言及されていない。

【 0 0 1 3 】

本発明は上述した問題に鑑み、高集積化を妨げずに、多結晶T F Tのオン電流及び移動度を高めることができる半導体装置の作製方法と、それによって得られる半導体装置の提供を課題とする。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、T F Tの場合においても、移動度が半導体膜内に存在する結晶の配向に依存すること、さらにT F Tの極性によってその依存のし方が異なることに着目した。

【 0 0 1 5 】

図1 (A) に、nチャネル型T F Tのチャネル形成領域における配向性と移動度との関係の実測データを示す。また図1 (B) に、pチャネル型T F Tのチャネル形成領域における配向性と移動度との関係の実測データを示す。nチャネル型T F Tとpチャネル型T F Tは、共に L/W が $6/4 \mu m$ である。なお移動度は、粒径が小さい場合は配向性よりも粒界の影響を大きく受けるため、図1 (A) では移動度が $250 m^2/V \cdot sec$ 以上のもののみを、図1 (B) では移動度が $195 m^2/V \cdot sec$ 以上のもののみをプロットしている。

【 0 0 1 6 】

図1 (A) に示すように、nチャネル型T F Tの場合は $\{100\}$ 面からの角度が小さいもの、つまりゲート絶縁膜界面近傍における結晶面が $\{100\}$ 面により近いものほど、移動度が高いことがわかる。図1 (A) における相関係数は67%である。また、図1 (B) に示すように、pチャネル型T F Tの場合は $\{110\}$ 面からの角度が小さいものほど、移動度が高いことがわかる。図1 (A) における相関係数は24%である。

【 0 0 1 7 】

このことから、チャネル形成領域において反転層が形成されるゲート絶縁膜界

面近傍が、nチャネル型TFTだと{100}面の場合に、少数キャリア（ここでは電子）に対する移動度が最も大きく、pチャネル型TFTだと{110}面の場合に、少数キャリア（ここでは正孔）に対する移動度が最も大きく、移動度の配向への依存のし方が極性によって異なるのがわかる。

【0018】

そこで本発明者は、同一基板上のnチャネル型TFTとpチャネル型TFTとで、それぞれ最適な面方位の結晶が多く得られるように半導体膜の結晶化工程の最適化を試み、結晶化に用いるレーザー光の走査速度（Scan Speed）の制御や、触媒元素を用いた熱結晶化の有無により、絶縁膜界面近傍における半導体膜の結晶面の{100}面及び{110}面の存在比率を制御する半導体装置の作製方法を考案した。

【0019】

図2に、レーザー光の照射により結晶化された半導体膜の、基板と水平方向における結晶面の、面方位の逆極点図（Inverse pole figure）のマップ図を、走査速度ごとに示す。図2では連続発振のNd:YVO₄レーザーを用い、エネルギー密度を10MW/cm²、半導体膜の膜厚を66nmとし、基板に対して水平方向にレーザー光を走査した試料を用いている。なお、各面方位の配向比率は10°以内の誤差までを許容範囲としている。

【0020】

走査速度が2cm/secのとき、面方位の配向比率は{100}=8.1%、{110}=4.9%、{111}=2.0%であった。走査速度が3cm/secのとき、面方位の配向比率は{100}=7.9%、{110}=4.2%、{111}=1.9%であった。走査速度が20cm/secのとき、面方位の配向比率は{100}=9.2%、{110}=8.8%、{111}=1.7%であった。走査速度が50cm/secのとき、面方位の配向比率は{100}=3.4%、{110}=9.1%、{111}=2.0%であった。走査速度が90cm/secのとき、面方位の配向比率は{100}=1.5%、{110}=15.7%、{111}=1.1%であった。

【0021】

走査速度に対する、面方位 $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、 $\{111\}$ の配向比率のグラフを図3に示す。図3に示すとおり、レーザー光の走査速度が 20 cm/sec 以下だと $\{100\}$ の配向比率が高く、 20 cm/sec を超えると $\{110\}$ の配向比率が高いことがわかる。

【0022】

図2、図3に示した結果から、レーザー光のエネルギー密度が同じである場合、レーザー光の走査速度が遅いと $\{100\}$ の配向比率が高まり、走査速度が速いと $\{110\}$ の配向比率が高まることがわかる。よって、結晶化に用いるレーザー光の走査速度で $\{100\}$ と $\{110\}$ の配向比率の制御が可能である。

【0023】

具体的には、nチャネル型TFETを形成する領域においては、走査速度 20 cm/sec 以下でレーザー光を走査し、 $\{100\}$ の配向比率を高めるようにし、pチャネル型TFETを形成する領域においては、走査速度 20 cm/sec より速い走査速度でレーザー光を走査し、 $\{110\}$ の配向比率を高めるようにする。上記構成により移動度、ひいてはオン電流を高めることができる。

【0024】

なお、上記レーザー光の走査速度の制御に加えて、触媒元素を用いた熱結晶化の有無の制御を組み合わせることで、より効果的に $\{100\}$ と $\{110\}$ の配向比率を制御することができる。

【0025】

図4に、レーザー光の照射による結晶化の前に、半導体膜に触媒元素を添加し加熱処理を施した場合と、単に加熱処理を施した場合の、基板と水平方向における結晶面の、面方位の逆極点図のマップ図を示す。

【0026】

図4 (A)、図4 (B) では共に、連続発振の Nd:YVO_4 レーザーを用い、エネルギー密度を 10 MW/cm^2 、走査速度を 50 cm/sec 、半導体膜の膜厚を 66 nm とし、基板に対して水平方向にレーザー光を走査した試料を用いている。なお、各面方位の配向比率は 10° 以内の誤差までを許容範囲としている。

【 0 0 2 7 】

また図 4 (A) の試料は、レーザー光の照射の前に、触媒元素として Ni を 1 0 p p m 含むエタノール溶液を部分的に塗布し、5 0 0 °C で 1 時間加熱処理を施した後 5 7 0 °C で 1 4 時間加熱処理を施している。上記プロセスにより、Ni を含むエタノール溶液を塗布された部分から、基板に対して水平方向に結晶が成長する。一方図 4 (B) の試料は、レーザー光の照射の前に、5 0 0 °C で 1 時間加熱処理を施した後 5 7 0 °C で 1 4 時間加熱処理を施しているが、図 4 (A) の試料と異なり Ni を含むエタノール溶液を塗布していない。よって、図 4 (A) の試料は、非晶質の半導体膜に近いと考えられる。

【 0 0 2 8 】

図 4 (A) の試料では面方位の配向比率が $\{100\} = 3.8\%$ 、 $\{110\} = 15.5\%$ 、 $\{111\} = 1.9\%$ であり、図 4 (B) の試料では面方位の配向比率が $\{100\} = 3.7\%$ 、 $\{110\} = 9.1\%$ 、 $\{111\} = 1.0\%$ であった。このことから、図 4 (A) の試料の方が $\{110\}$ の配向比率が高いことがわかる。

【 0 0 2 9 】

図 5 を用いて、レーザー光の走査速度の制御と、触媒元素を用いた熱結晶化の有無の制御により、 $\{100\}$ と $\{110\}$ の配向比率を制御する方法について説明する。

【 0 0 3 0 】

まず、半導体膜の結晶化を促進する触媒元素を、非晶質半導体膜に部分的に添加する。そして、加熱処理を施すことで触媒元素が添加された領域 1 0 1 から、実線の矢印で示すように基板に対して平行に結晶が横成長し、触媒により結晶化された領域 1 0 2 と、結晶化されていない領域（非結晶化領域）1 0 3 とが形成される。

【 0 0 3 1 】

次に、触媒により結晶化された領域 1 0 2 と非結晶化領域 1 0 3 とにそれぞれ異なる走査速度で連続発振のレーザー光を照射する。具体的には、触媒により結晶化された領域 1 0 2 に対して 2 0 c m / s e c より速い速度でレーザー光を照

射し、非結晶化領域 1 0 3 に対して 20 cm/sec 以下でレーザー光を照射する。

【0 0 3 2】

なお、触媒により結晶化された領域 1 0 2 における結晶の成長方向と、レーザー光の走査方向とは、共に基板に対して水平であれば良く、該 2 つの方向によって成される角度と、結晶の配向比率との間には、特に相関関係はない。

【0 0 3 3】

触媒により結晶化された領域 1 0 2 に対し 20 cm/sec より速い走査速度でレーザー光を照射した領域の一部を領域 1 とし、非結晶化領域 1 0 3 に対し 20 cm/sec 以下の走査速度でレーザー光を照射した領域の一部を領域 2 とする。領域 1 は領域 2 に比べて $\{110\}$ の配向比率が高く、領域 2 は領域 1 に比べて $\{100\}$ の配向比率が高い。

【0 0 3 4】

具体的には、領域 1 において $\{110\}$ の配向比率をおおよそ 9 % 以上、領域 2 において $\{100\}$ の配向比率をおおよそ 7 % 以上とすることができると考えられる。

【0 0 3 5】

よって、領域 1 の半導体膜を用いて p チャネル型 T F T を形成し、また領域 2 の半導体膜を用いて n チャネル型 T F T を形成することで、高集積化を妨げずにそれぞれの移動度、ひいてはオン電流を高めることができる。

【0 0 3 6】

なお、レーザー光の照射領域（ビームスポット）の形状は、線状または楕円形状であっても良く、また複数のレーザー光の照射領域を重ねて用いても良い。

【0 0 3 7】

【発明の実施の形態】

（実施の形態 1）

本実施の形態では、レーザー光の走査速度の制御に加えて、触媒元素を用いた熱結晶化の有無の制御を組み合わせた T F T の作製方法について説明する。

【0 0 3 8】

まず図 6 (A) に示すように、基板 2 0 0 上に下地膜 2 0 1 を成膜する。基板 2 0 0 には、例えばコーニング社の 1 7 3 7 ガラス基板に代表される無アルカリガラス基板を用いた。基板には 1 7 3 7 ガラス基板以外のバリウムホウケイ酸ガラス、例えば # 7 0 5 9 ガラスなどを用いていても良いし、石英基板やシリコン基板、金属基板またはステンレス基板の表面に絶縁膜を形成したものを用いても良い。また、本実施例の処理温度に耐えうる耐熱性が有するプラスチック基板を用いてもよい。

【 0 0 3 9 】

下地膜は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜などの絶縁膜で形成する。本実施の形態では、プラズマ CVD 法で SiH_4 、 NH_3 、 N_2O から作製される酸化窒化シリコン膜を 1 0 ~ 2 0 0 nm (好ましくは 5 0 ~ 1 0 0 nm) 形成し、同様に SiH_4 、 N_2O から作製される酸化窒化水素化シリコン膜を 5 0 ~ 2 0 0 nm (好ましくは 1 0 0 ~ 1 5 0 nm) の厚さに積層形成する。図 6 (A) では 2 層の絶縁膜を 1 層の下地膜 2 0 1 として示している。なお、下地膜は 2 層構造に限定されず、前記絶縁膜の単層膜または 3 層以上積層させた構造であっても良い。

【 0 0 4 0 】

次に、この下地膜 2 0 1 の上に 5 0 nm の厚さの、非晶質半導体膜 2 0 2 をプラズマ CVD 法で形成する。非晶質半導体膜 2 0 2 は含有水素量にもよるが、好ましくは 4 0 0 ~ 5 5 0 °C で数時間加熱して脱水素処理を行い、含有水素量を 5 atom% 以下として、結晶化の工程を行うことが望ましい。また、非晶質半導体膜をスパッタ法や蒸着法などの他の作製方法で形成しても良いが、膜中に含まれる酸素、窒素などの不純物元素を十分低減させておくことが望ましい。

【 0 0 4 1 】

なお、半導体膜は珪素だけではなく、例えばシリコンゲルマニウムを用いることができる。シリコンゲルマニウムを用いる場合、ゲルマニウムの濃度は 0 . 0 1 ~ 4 . 5 atomic% 程度であることが好ましい。

【 0 0 4 2 】

ここで、下地膜 2 0 1 と非晶質半導体膜 2 0 2 はいずれもプラズマ CVD 法で

作製されるものであり、このとき下地膜 2 0 1 と非晶質半導体膜 2 0 2 を真空中で連続して形成しても良い。下地膜 2 0 1 を形成後、一旦大気雰囲気中にさらされない工程にすることにより、表面の汚染を防ぐことが可能となり、作製される T F T の特性バラツキを低減させることができる。

【 0 0 4 3 】

次に、非晶質半導体膜 2 0 2 の上にマスク 2 0 3 を連続的に形成した。そしてマスク 2 0 3 をパターニングして選択的に開口部を設け、その後、重量換算で 1 ～ 1 0 0 p p m のニッケルを含む酢酸ニッケル塩溶液をスピナーで塗布した。これにより形成されるニッケル含有層 2 0 4 は、マスク 2 0 3 の開口部において非晶質半導体膜 2 0 2 と接する（図 6（A））。

【 0 0 4 4 】

なお、酢酸ニッケル塩溶液の馴染みをよくするために、非晶質半導体膜 2 0 2 の表面をオゾン含有水溶液で処理することで極薄い酸化膜を形成し、その酸化膜をフッ酸と過酸化水素水の混合液でエッチングして清浄な表面を形成した後、再度オゾン含有水溶液で処理して極薄い酸化膜を形成しておいても良い。半導体膜の表面は本来疎水性なので、このように酸化膜を形成しておくことにより酢酸ニッケル塩溶液を均一に塗布することができる。

【 0 0 4 5 】

勿論、非晶質半導体膜への触媒の添加は上記方法に限定されず、スパッタ法、蒸着法、プラズマ処理などにより形成しても良い。

【 0 0 4 6 】

次に、5 0 0 ～ 6 5 0 ℃で 4 ～ 2 4 時間、例えば 5 7 0 ℃、1 4 時間の加熱処理を行った。この加熱処理により、ニッケル含有層 2 0 4 が接した部分 2 0 5 から、非晶質半導体膜が実線の矢印で示したように結晶化が進行し、触媒元素により結晶化された領域 2 0 6 と、結晶化されなかった領域（非結晶化領域）2 0 7 とが形成される（図 6（B））。

【 0 0 4 7 】

なお、図 6（B）に示した加熱処理の工程における試料の上面図を、図 8（A）に示す。図 6（B）は図 8（A）の A - A' における断面図に相当する。なお

図 8 (A) では図を分かり易くするために、敢えてマスク 2 0 3 とニッケル含有層 2 0 4 を省略して図示した。

【 0 0 4 8 】

加熱処理の方法としては、電熱炉を用いるファーンズアニール法や、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンアークランプ、カーボンアークランプ、高圧ナトリウムランプ、高圧水銀ランプなどを用いた R T A 法を採用する。または、加熱した不活性気体を用いるガス加熱方式の R T A を適用することもできる。

【 0 0 4 9 】

R T A 法で行う場合には、加熱用のランプ光源を 1 ～ 6 0 秒、好ましくは 3 0 ～ 6 0 秒点灯させ、それを 1 ～ 1 0 回、好ましくは 2 ～ 6 回繰り返す。ランプ光源の発光強度は任意なものとするが、非晶質半導体膜 2 0 2 が瞬間的には 6 0 0 ～ 1 0 0 0 ℃、好ましくは 6 5 0 ～ 7 5 0 ℃程度にまで加熱されるようにする。このような高温になったとしても、半導体膜が瞬間的に加熱されるのみであり、基板 2 0 0 はそれ自身が歪んで変形することはない。

【 0 0 5 0 】

その他の方法としてファーンズアニール法を用いる場合には、加熱処理に先立ち、5 0 0 ℃にて 1 時間程度の加熱処理を行い、非晶質半導体膜 2 0 2 が含有する水素を放出させておく。そして、電熱炉を用いて窒素雰囲気中にて 5 5 0 ～ 6 0 0 ℃、好ましくは 5 8 0 ℃で 4 時間の加熱処理を行い非晶質半導体膜 2 0 2 を結晶化させる。

【 0 0 5 1 】

なお、本実施の形態では触媒元素としてニッケル (N i) を用いているが、その以外にも、ゲルマニウム (G e)、鉄 (F e)、パラジウム (P d)、スズ (S n)、鉛 (P b)、コバルト (C o)、白金 (P t)、銅 (C u)、金 (A u) といった元素を用いても良い。

【 0 0 5 2 】

次にマスク 2 0 3 を除去した後、触媒元素により結晶化された領域 2 0 6 と非結晶化領域 2 0 7 に対して、それぞれ最適な走査速度でレーザー光を照射し、結

晶化させる。いずれの領域に先にレーザー光を照射するのかは、実施者が適宜設定することができる。ここではnチャネル型TFTを形成する領域（n型領域）となる非結晶化領域207に対して、レーザー光の照射により結晶化を行なった後、pチャネル型TFTを形成する領域（p型領域）となる触媒元素により結晶化された領域206に対して、レーザー光の照射により結晶化を行なう。

【0053】

まず、図6（C）に示すように、非結晶化領域207に対してレーザー光を照射し、結晶性を高める。ここではレーザー光の照射により結晶性が高められた非結晶化領域207を、便宜上、第1の結晶性半導体膜208と呼ぶ。非結晶化領域207に対して照射するレーザー光は、走査速度を 1 cm/sec 以上 20 cm/sec 以下とする。エネルギー密度は $0.01\text{ MW}\sim 100\text{ MW/cm}^2$ 程度（好ましくは $0.1\text{ MW}\sim 10\text{ MW/cm}^2$ ）が必要である。

【0054】

上記レーザー光の照射により形成された第1の結晶性半導体膜208は、{100}の配向比率が高められている。

【0055】

なお、図6（C）に示した、非結晶化領域207に対するレーザー光の照射の工程における試料の上面図を、図8（B）に示す。図6（C）は図8（B）のB-B'における断面図に相当する。

【0056】

次に、図6（D）に示すように、触媒元素により結晶化された領域206に対してレーザー光を照射し、結晶性を高める。ここではレーザー光の照射により結晶性が高められた、触媒元素により結晶化された領域206を、便宜上、第2の結晶性半導体膜208と呼ぶ。触媒元素により結晶化された領域206に対して照射するレーザー光は、走査速度を 20 cm/sec より速く 2000 cm/sec 以下とする。エネルギー密度は $0.01\text{ MW}\sim 100\text{ MW/cm}^2$ 程度（好ましくは $0.1\text{ MW}\sim 10\text{ MW/cm}^2$ ）が必要である。

【0057】

上記レーザー光の照射により形成された第2の結晶性半導体膜209は、{1

10} の配向比率が高められている。

【 0 0 5 8 】

なお、図 6 (D) に示した、触媒元素により結晶化された領域 206 に対するレーザー光の照射の工程における試料の上面図を、図 8 (C) に示す。図 6 (D) は図 8 (C) の C-C' における断面図に相当する。

【 0 0 5 9 】

なお上記 2 回のレーザー光照射に用いられるレーザーは、連続発振の気体レーザーもしくは固体レーザーを用いることができる。気体レーザーとして、エキシマレーザー、Ar レーザー、Kr レーザーなどがあり、固体レーザーとして、YAG レーザー、YVO₄ レーザー、YLF レーザー、YAlO₃ レーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライドレーザー、Ti : サファイアレーザー、Y₂O₃ レーザーなどが挙げられる。固体レーザーとしては、Cr、Nd、Er、Ho、Ce、Co、Ti、Yb 又は Tm がドーピングされた YAG、YVO₄、YLF、YAlO₃ などの結晶を使ったレーザー等も使用可能である。当該レーザーの基本波はドーピングする材料によって異なり、1 μm 前後の基本波を有するレーザー光が得られる。基本波に対する高調波は、非線形光学素子を用いることで得ることができる。

【 0 0 6 0 】

またさらに、固体レーザーから発せられらた赤外レーザー光を非線形光学素子でグリーンレーザー光に変換後、さらに別の非線形光学素子によって得られる紫外レーザー光を用いることもできる。

【 0 0 6 1 】

特に連続発振が可能な固体レーザーを用い、基本波の第 2 高調波～第 4 高調波を用いることで、大粒径の結晶を得ることができる。代表的には、Nd : YVO₄ レーザー (基本波 1064 nm) の第 2 高調波 (532 nm) や第 3 高調波 (355 nm) を用いるのが望ましい。具体的には、出力 10 W の連続発振の YVO₄ レーザーから射出されたレーザー光を非線形光学素子により高調波に変換する。また、共振器の中に YVO₄ 結晶と非線形光学素子を入れて、高調波を射出する方法もある。

【 0 0 6 2 】

次に、第 2 の結晶性半導体膜 2 0 9 内に存在する触媒元素のゲッターリングについて説明する。図 6 (B) に示した触媒元素を用いる結晶化により、第 2 の結晶性半導体膜 2 0 9 内には、触媒元素（ここではニッケル）が平均的な濃度として $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ を越える程度に残存しているものと考えられる。触媒元素が残留していると T F T の特性に悪影響を及ぼす可能性があるため、触媒元素濃度を低減させる工程を設ける必要がある。

【 0 0 6 3 】

まず、図 6 (E) に示すように第 1 の結晶性半導体膜 2 0 8 及び第 2 の結晶性半導体膜 2 0 9 の表面にバリア層 2 1 0 を形成する。バリア層 2 1 0 は、後にゲッターリングサイトを除去する際に第 1 の結晶性半導体膜 2 0 8 及び第 2 の結晶性半導体膜 2 0 9 がエッチングされないように設けた層である。

【 0 0 6 4 】

バリア層 2 1 0 の厚さは 1 ~ 1 0 n m 程度とし、簡便にはオゾン水で処理することにより形成されるケミカルオキサイドをバリア層としても良い。また、硫酸、塩酸、硝酸などと過酸化水素水を混合させた水溶液で処理しても同様にケミカルオキサイドを形成することができる。他の方法としては、酸化雰囲気中でのプラズマ処理や、酸素含有雰囲気中での紫外線照射によりオゾンが発生させて酸化処理を行っても良い。また、クリーンオーブンをを用い、2 0 0 ~ 3 5 0 ℃程度に加熱して薄い酸化膜を形成しバリア層としても良い。或いは、プラズマ C V D 法やスパッタ法、蒸着法などで 1 ~ 5 n m 程度の酸化膜を堆積してバリア層としても良い。いずれにしても、ゲッターリング工程時に、触媒元素がゲッターリングサイト側に移動できて、ゲッターリングサイトの除去工程時には、エッチング液がしみこまない（第 1 の結晶性半導体膜 2 0 8 及び第 2 の結晶性半導体膜 2 0 9 をエッチング液から保護する）膜、例えば、オゾン水で処理することにより形成されるケミカルオキサイド膜、酸化シリコン膜 (S i O x) 、または多孔質膜を用いればよい。

【 0 0 6 5 】

次いで、バリア層 2 1 0 上にスパッタ法でゲッターリングサイト 2 1 1 として、

膜中に希ガス元素を $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 以上の濃度で含むゲッターリング用の半導体膜（代表的には、非晶質シリコン膜）を 25～250 nm の厚さで形成する。後に除去されるゲッターリングサイト 211 は第 1 の結晶性半導体膜 208 及び第 2 の結晶性半導体膜 209 とエッチングの選択比を大きくするため、密度の低い膜を形成することが好ましい。

【 0 0 6 6 】

なお、希ガス元素は半導体膜中でそれ自体は不活性であるため、第 1 の結晶性半導体膜 208 及び第 2 の結晶性半導体膜 209 に悪影響を及ぼすことはない。また、希ガス元素としてはヘリウム（He）、ネオン（Ne）、アルゴン（Ar）、クリプトン（Kr）、キセノン（Xe）から選ばれた一種または複数種を用いる。

【 0 0 6 7 】

次に、加熱処理を施すことでゲッターリングを行なう（図 7（A））。加熱処理はファーネスアニール法や RTA 法で行う。ファーネスアニール法で行う場合には、窒素雰囲気中にて 450～600℃ で 0.5～12 時間の加熱処理を行う。また、RTA 法を用いる場合には、加熱用のランプ光源を 1～60 秒、好ましくは 30～60 秒点灯させ、それを 1～10 回、好ましくは 2～6 回繰り返す。ランプ光源の発光強度は任意なものとするが、半導体膜が瞬間的には 600～1000℃、好ましくは 700～750℃ 程度にまで加熱されるようにする。

【 0 0 6 8 】

加熱処理により、第 2 の結晶性半導体膜 209 にある触媒元素が熱エネルギーにより放出され、拡散により矢印に示すようにゲッターリングサイト 211 に移動する。従って、ゲッターリングは処理温度に依存し、より高温であるほど短時間でゲッターリングが進むことになる。

【 0 0 6 9 】

ゲッターリング工程終了後、ゲッターリングサイト 211 を選択的にエッチングして除去する。エッチングの方法としては、 ClF_3 によるプラズマを用いないドライエッチング、或いはヒドラジンや、テトラエチルアンモニウムハイドロオキシド（化学式 $(\text{CH}_3)_4\text{NOH}$ ）を含む水溶液などアルカリ溶液によるウエ

ットエッチングで行うことができる。この時バリア層 2 1 0 はエッチングストッパーとして機能する。また、バリア層 2 1 0 はその後フッ酸により除去する（図 7（B））。

【0 0 7 0】

次に、バリア層 2 1 0 除去後の第 1 の結晶性半導体膜 2 0 8 及び第 2 の結晶性半導体膜 2 0 9 をパターンニングし、島状の半導体膜 2 1 2 と、2 1 3 を形成する（図 7（C））。第 1 の結晶性半導体膜 2 0 8 から形成された島状の半導体膜 2 1 2 は { 1 1 0 } の配向比率が高められており、第 2 の結晶性半導体膜 2 0 9 から形成された島状の半導体膜 2 1 3 は { 1 0 0 } の配向比率が高められている。

【0 0 7 1】

なお、図 7（C）に示した、島状の半導体膜 2 1 2 と島状の半導体膜 2 1 3 形成後における試料の上面図を、図 8（D）に示す。図 7（C）は図 8（D）の D - D' における断面図に相当する。

【0 0 7 2】

そして図 7（D）に示すように、島状の半導体膜 2 1 2 と島状の半導体膜 2 1 3 上へのゲート絶縁膜 2 1 4 の形成と、島状の半導体膜 2 1 2 と島状の半導体膜 2 1 3 への不純物の添加によるソース／ドレイン領域の形成と、ゲート電極の形成などの工程を経て、n チャネル型 T F T 2 1 5 と、p チャネル型 T F T 2 1 6 が形成される。なお、n チャネル型 T F T 2 1 5 と p チャネル型 T F T 2 1 6 は図 7（D）に示した構成に限定されない。

【0 0 7 3】

上述した一連の作製工程により、p チャネル型 T F T と n チャネル型 T F T のそれぞれの移動度、ひいてはオン電流を、高集積化を妨げずに高めることができる。

【0 0 7 4】

（実施の形態 2）

本実施例では、p 型領域において、触媒元素を用い、基板に対して垂直な方向に結晶化（縦成長）させた後、レーザー光照射による結晶化を行う場合について説明する。

【 0 0 7 5 】

図 9 に、レーザー光の照射による結晶化の前に、半導体膜に触媒元素を添加し加熱処理を施した場合と、単に加熱処理を施した場合の、基板と水平方向における結晶面の、面方位の逆極点図のマップ図を示す。

【 0 0 7 6 】

図 9 (A)、図 9 (B) では共に、連続発振の $\text{Nd} : \text{YVO}_4$ レーザーを用い、エネルギー密度を 10 MW/cm^2 、走査速度を 50 cm/sec 、半導体膜の膜厚を 150 nm とし、基板に対して水平方向にレーザー光を走査した試料を用いている。なお、各面方位の配向比率は 10° 以内の誤差までを許容範囲としている。

【 0 0 7 7 】

また図 9 (A) の試料は、レーザー光の照射の前に、触媒元素として Ni を 10 ppm 含む水溶液を全面に塗布し、 500°C で 1 時間加熱処理を施した後 550°C で 4 時間加熱処理を施している。上記プロセスにより、半導体膜の表面から基板に対して垂直方向に結晶が成長する。一方図 9 (A) の試料は、レーザー光の照射の前に、 500°C で 1 時間加熱処理を施したのみであり、図 9 (A) の試料と異なり Ni を含む水溶液を塗布していない。よって、図 9 (A) の試料は、非晶質の半導体膜に近いと考えられる。

【 0 0 7 8 】

図 9 (A) の試料では面方位の配向比率が $\{100\} = 1.8\%$ 、 $\{110\} = 14.1\%$ 、 $\{111\} = 1.3\%$ であり、図 9 (B) の試料では面方位の配向比率が $\{100\} = 5.1\%$ 、 $\{110\} = 9.4\%$ 、 $\{111\} = 3.0\%$ であった。このことから、図 9 (A) の試料の方が $\{110\}$ の配向比率が高いことがわかる。

【 0 0 7 9 】

次に、レーザー光の走査速度の制御に加えて、上述した縦成長の結晶化工程を用いた T F T の作製方法について説明する。

【 0 0 8 0 】

まず実施の形態 1 と同様に、基板 300 上に下地膜 301 を成膜する (図 10

(A))。基板 3 0 0 には実施の形態 1 に示した種類のものを用いることができる。下地膜も実施の形態 1 に示した種類のものを、単層膜または 3 層以上積層させた構造で用いることができる。本実施の形態では、プラズマ C V D 法で SiH_4 、 NH_3 、 N_2O から作製される酸化窒化シリコン膜を 1 0 ~ 2 0 0 n m (好ましくは 5 0 ~ 1 0 0 n m) 形成し、同様に SiH_4 、 N_2O から作製される酸化窒化水素化シリコン膜を 5 0 ~ 2 0 0 n m (好ましくは 1 0 0 ~ 1 5 0 n m) の厚さに積層形成する。

【 0 0 8 1 】

次に、この下地膜 3 0 1 の上に 5 0 n m の厚さの、非晶質半導体膜をプラズマ C V D 法で形成する。非晶質半導体膜 3 0 2 の成膜条件または材料については、実施の形態 1 を参照する。

【 0 0 8 2 】

次に、該非晶質半導体膜を p チャネル型 T F T が形成される領域 (p 型領域) 3 0 2 と、n チャネル型 T F T (n 型領域) 3 0 3 が形成される領域とに分離する。p 型領域と n 型領域とを分離することで、後の触媒元素を用いた結晶化において、触媒元素が添加された領域から横方向に結晶が成長するのを防ぐことができる。よって、横方向の結晶の成長距離を考慮せずに p チャネル型 T F T と n チャネル型 T F T との間隔をレイアウトすることができる。

【 0 0 8 3 】

次に、n 型領域 3 0 3 の上にのみ存在するマスク 3 0 4 を、レジストの成膜及びパターニングにより形成した。その後、重量換算で 1 ~ 1 0 0 p p m のニッケルを含む酢酸ニッケル塩溶液をスピナーで塗布した。これにより形成されるニッケル含有層 3 0 5 は、マスク 3 0 4 に覆われずに露出している p 型領域 3 0 5 と接する (図 1 0 (B))。

【 0 0 8 4 】

なお、酢酸ニッケル塩溶液の馴染みをよくするために、p 型領域 3 0 5 の表面をオゾン含有水溶液で処理することで極薄い酸化膜を形成し、その酸化膜をフッ酸と過酸化水素水の混合液でエッチングして清浄な表面を形成した後、再度オゾン含有水溶液で処理して極薄い酸化膜を形成しておいても良い。半導体膜の表面

は本来疎水性なので、このように酸化膜を形成しておくことにより酢酸ニッケル塩溶液を均一に塗布することができる。

【 0 0 8 5 】

勿論、p型領域302への触媒の添加は上記方法に限定されず、スパッタ法、蒸着法、プラズマ処理などにより形成しても良い。

【 0 0 8 6 】

次に、500～650℃で4～24時間、例えば570℃、14時間の加熱処理を行った。この加熱処理により、ニッケル含有層305が接したp型領域302において、その表面から基板300に向かって縦方向に結晶化が進行し、触媒元素により結晶化された領域306と、結晶化されなかった領域（非結晶化領域）307とが形成される（図10（C））。

【 0 0 8 7 】

加熱処理の方法や触媒元素の種類については、実施の形態1の図6（B）を参照することができる。

【 0 0 8 8 】

次にマスク304を除去した後、触媒元素により結晶化された領域306と非結晶化領域307に対して、それぞれ最適な走査速度でレーザー光を照射し、結晶化させる。いずれの領域に先にレーザー光を照射するのかは、実施者が適宜設定することができる。ここではnチャネル型TFTを形成する領域（n型領域）となる非結晶化領域307に対して、レーザー光の照射により結晶化を行なった後、pチャネル型TFTを形成する領域（p型領域）となる触媒元素により結晶化された領域306に対して、レーザー光の照射により結晶化を行なう。

【 0 0 8 9 】

まず、図10（D）に示すように、非結晶化領域307に対してレーザー光を照射し、結晶性を高める。ここではレーザー光の照射により結晶性が高められた非結晶化領域307を、便宜上、第1の結晶性半導体膜308と呼ぶ。非結晶化領域307に対して照射するレーザー光は、走査速度を1cm/sec以上20cm/sec以下とする。エネルギー密度は0.01MW～100MW/cm²程度（好ましくは0.1MW～10MW/cm²）が必要である。

【 0 0 9 0 】

上記レーザー光の照射により形成された第1の結晶性半導体膜308は、{100}の配向比率が高められている。

【 0 0 9 1 】

次に、図10(E)に示すように、触媒元素により結晶化された領域306に対してレーザー光を照射し、結晶性を高める。ここではレーザー光の照射により結晶性が高められた、触媒元素により結晶化された領域306を、便宜上、第2の結晶性半導体膜309と呼ぶ。触媒元素により結晶化された領域306に対して照射するレーザー光は、走査速度を 20 cm/sec より速く 2000 cm/sec 以下とする。エネルギー密度は $0.01\text{ MW}\sim 100\text{ MW/cm}^2$ 程度（好ましくは $0.1\text{ MW}\sim 10\text{ MW/cm}^2$ ）が必要である。

【 0 0 9 2 】

上記レーザー光の照射により形成された第2の結晶性半導体膜309は、{110}の配向比率が高められている。

【 0 0 9 3 】

なお上記2回のレーザー光照射に用いられるレーザーは、連続発振の気体レーザーもしくは固体レーザーを用いることができる。気体レーザーとして、エキシマレーザー、Arレーザー、Krレーザーなどがあり、固体レーザーとして、YAGレーザー、 YVO_4 レーザー、YLFレーザー、 YAlO_3 レーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライドレーザー、Ti:サファイアレーザー、 Y_2O_3 レーザーなどが挙げられる。固体レーザーとしては、Cr、Nd、Er、Ho、Ce、Co、Ti、Yb又はTmがドーピングされたYAG、 YVO_4 、YLF、 YAlO_3 などの結晶を使ったレーザー等も使用可能である。当該レーザーの基本波はドーピングする材料によって異なり、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 前後の基本波を有するレーザー光が得られる。基本波に対する高調波は、非線形光学素子を用いることで得ることができる。

【 0 0 9 4 】

またさらに、固体レーザーから発せられた赤外レーザー光を非線形光学素子でグリーンレーザー光に変換後、さらに別の非線形光学素子によって得られる紫

外レーザー光を用いることもできる。

【0095】

特に連続発振が可能な固体レーザーを用い、基本波の第2高調波～第4高調波を用いることで、大粒径の結晶を得ることができる。代表的には、Nd:YVO₄レーザー（基本波1064nm）の第2高調波（532nm）や第3高調波（355nm）を用いるのが望ましい。具体的には、出力10Wの連続発振のYVO₄レーザーから射出されたレーザー光を非線形光学素子により高調波に変換する。また、共振器の中にYVO₄結晶と非線形光学素子を入れて、高調波を射出する方法もある。

【0096】

次に、第2の結晶性半導体膜309内に存在する触媒元素のゲッタリングについて説明する。図10（B）に示した触媒元素を用いる結晶化により、第2の結晶性半導体膜309内には、触媒元素（ここではニッケル）が平均的な濃度として $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ を越える程度に残存しているものと考えられる。触媒元素が残留しているとTFTの特性に悪影響を及ぼす可能性があるため、触媒元素濃度を低減させる工程を設ける必要がある。

【0097】

まず、図11（A）に示すように第1の結晶性半導体膜308及び第2の結晶性半導体膜309の表面にバリア層310を形成する。バリア層310は、後にゲッタリングサイトを除去する際に第1の結晶性半導体膜308及び第2の結晶性半導体膜309がエッチングされないように設けた層である。

【0098】

バリア層310の厚さは1～10nm程度とし、簡便にはオゾン水で処理することにより形成されるケミカルオキサイドをバリア層としても良い。また、硫酸、塩酸、硝酸などと過酸化水素水を混合させた水溶液で処理しても同様にケミカルオキサイドを形成することができる。他の方法としては、酸化雰囲気中でのプラズマ処理や、酸素含有雰囲気中での紫外線照射によりオゾンが発生させて酸化処理を行っても良い。また、クリーンオーブンをを用い、200～350℃程度に加熱して薄い酸化膜を形成しバリア層としても良い。或いは、プラズマCVD法

やスパッタ法、蒸着法などで1～5 nm程度の酸化膜を堆積してバリア層としても良い。いずれにしても、ゲッタリング工程時に、触媒元素がゲッタリングサイト側に移動できて、ゲッタリングサイトの除去工程時には、エッチング液がしみこまない（第1の結晶性半導体膜308及び第2の結晶性半導体膜309をエッチング液から保護する）膜、例えば、オゾン水で処理することにより形成されるケミカルオキサイド膜、酸化シリコン膜（ SiO_x ）、または多孔質膜を用いればよい。

【0099】

次いで、バリア層310上にスパッタ法でゲッタリングサイト311として、膜中に希ガス元素を $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 以上の濃度で含むゲッタリング用の半導体膜（代表的には、非晶質シリコン膜）を25～250 nmの厚さで形成する。後に除去されるゲッタリングサイト311は第1の結晶性半導体膜308及び第2の結晶性半導体膜309とエッチングの選択比を大きくするため、密度の低い膜を形成することが好ましい。

【0100】

なお、希ガス元素は半導体膜中でそれ自体は不活性であるため、第1の結晶性半導体膜308及び第2の結晶性半導体膜309に悪影響を及ぼすことはない。また、希ガス元素としてはヘリウム（He）、ネオン（Ne）、アルゴン（Ar）、クリプトン（Kr）、キセノン（Xe）から選ばれた一種または複数種を用いる。

【0101】

次に、加熱処理を施すことでゲッタリングを行なう（図11（B））。加熱処理はファーネスアニール法やRTA法で行う。ファーネスアニール法で行う場合には、窒素雰囲気中にて450～600℃で0.5～12時間の加熱処理を行う。また、RTA法を用いる場合には、加熱用のランプ光源を1～60秒、好ましくは30～60秒点灯させ、それを1～10回、好ましくは2～6回繰り返す。ランプ光源の発光強度は任意なものとするが、半導体膜が瞬間的には600～1000℃、好ましくは700～750℃程度にまで加熱されるようにする。

【0102】

加熱処理により、第 2 の結晶性半導体膜 3 0 9 にある触媒元素が熱エネルギーにより放出され、拡散により矢印に示すようにゲッタリングサイト 3 1 1 に移動する。従って、ゲッタリングは処理温度に依存し、より高温であるほど短時間でゲッタリングが進むことになる。

【 0 1 0 3 】

ゲッタリング工程終了後、ゲッタリングサイト 3 1 1 を選択的にエッチングして除去する。エッチングの方法としては、 ClF_3 によるプラズマを用いないドライエッチング、或いはヒドラジンや、テトラエチルアンモニウムヒドロオキサイド（化学式 $(\text{CH}_3)_4\text{NOH}$ ）を含む水溶液などアルカリ溶液によるウェットエッチングで行うことができる。この時バリア層 3 1 0 はエッチングストッパーとして機能する。また、バリア層 3 1 0 はその後フッ酸により除去する（図 1 1 (C)）。

【 0 1 0 4 】

次に、バリア層 3 1 0 除去後の第 1 の結晶性半導体膜 3 0 8 及び第 2 の結晶性半導体膜 3 0 9 をパターンニングし、島状の半導体膜 3 1 2 と、3 1 3 を形成する（図 1 1 (D)）。第 1 の結晶性半導体膜 3 0 8 から形成された島状の半導体膜 3 1 2 は $\{110\}$ の配向比率が高められており、第 2 の結晶性半導体膜 3 0 9 から形成された島状の半導体膜 3 1 3 は $\{100\}$ の配向比率が高められている。

【 0 1 0 5 】

そして図 1 1 (E) に示すように、島状の半導体膜 3 1 2 と島状の半導体膜 3 1 3 上へのゲート絶縁膜 3 1 4 の形成と、島状の半導体膜 3 1 2 と島状の半導体膜 3 1 3 への不純物の添加によるソース／ドレイン領域の形成と、ゲート電極の形成などの工程を経て、n チャネル型 TFT 3 1 5 と、p チャネル型 TFT 3 1 6 が形成される。なお、n チャネル型 TFT 3 1 5 と p チャネル型 TFT 3 1 6 は図 1 1 (E) に示した構成に限定されない。

【 0 1 0 6 】

上述した一連の作製工程により、p チャネル型 TFT と n チャネル型 TFT のそれぞれの移動度、ひいてはオン電流を、高集積化を妨げずに高めることができ

る。

【0107】

なお、本発明においてゲッターリング工程は、実施の形態1及び実施の形態2に示した方法に限定されない。その他の方法を用いて半導体膜中の触媒元素を低減するようにしても良い。

【0108】

【実施例】

以下、本発明の実施例について説明する。

【0109】

(実施例1)

本実施例では、本発明の半導体装置の1つである半導体表示装置を例に挙げ、結晶化の際のレーザー光の走査経路について説明する。

【0110】

n型領域にレーザー光を照射する際のレーザー光の走査経路を図12(A)に、p型領域にレーザー光を照射する際のレーザー光の走査経路を図12(B)に示す。なお図12(A)、図12(B)において、基板上に半導体膜850が成膜されており、半導体膜850のうち、画素部853と、信号線駆動回路854と、走査線駆動回路855と、映像信号処理回路856と、VRAM (Video Random Access Memory) 857と、タイミング信号発生回路858とが形成される領域を、それぞれ破線で示している。

【0111】

なおVRAM857は、外部から入力された画像情報を有するデータを記憶する機能を有している。映像信号処理回路856は、信号線駆動回路854の規格に合わせて、該データに何らかの処理を加えて映像信号を生成し、信号線駆動回路854に入力する機能を有している。タイミング信号発生回路858は、映像信号処理回路856、信号線駆動回路854、走査線駆動回路855の駆動のタイミングを制御するクロック信号(CLK)、スタートパルス信号(SP)、ラッチ信号等の信号を生成する機能を有している。

【0112】

画素部 8 5 3 に形成される T F T は全て p チャンネル型であり、V R A M 8 5 7 に形成される T F T は全て n チャンネル型であり、信号線駆動回路 8 5 4 と、走査線駆動回路 8 5 5 と、映像信号処理回路 8 5 6 と、タイミング信号発生回路 8 5 8 に形成される T F T は n チャンネル型と p チャンネル型が混在しているものとする。

【 0 1 1 3 】

また、図 1 2 (A) 、図 1 2 (B) では、後の工程において画素部や各回路に形成される T F T の活性層となる領域 8 6 0 ～ 8 6 5 を図示する。具体的には、複数の領域 8 6 0 は画素部 8 5 3 にレイアウトされており、複数の領域 8 6 1 は信号線駆動回路 8 5 4 にレイアウトされており、複数の領域 8 6 2 は走査線駆動回路 8 5 5 にレイアウトされている。さらに、複数の領域 8 6 3 は映像信号処理回路 8 5 6 にレイアウトされており、複数の領域 8 6 4 は V R A M 8 5 7 にレイアウトされており、複数の領域 8 6 5 はタイミング信号発生回路 8 5 8 にレイアウトされている。

【 0 1 1 4 】

なお、図 1 2 では図を分かり易くするために、活性層となる領域 8 6 0 ～ 8 6 5 をあえて尺度を無視して大きく図示しているが、実際には数十 μ m 単位の大きさである。

【 0 1 1 5 】

図 1 2 (A) において 8 7 0 は、半導体膜 8 5 0 の n 型領域に対してレーザー光が実線の矢印の方向に沿って走査された際に、レーザー光が走査された領域（軌跡）である。

【 0 1 1 6 】

n 型領域に含まれるのは領域 8 6 4 の全てと、領域 8 6 1、8 6 2、8 6 3、8 6 5 のうちの幾つかであり、それぞれ軌跡 8 7 0 と重なっている。なお、n 型領域に対するレーザー光の走査経路が、例えば領域 8 6 0 等の p 型領域と重なる場合は、シャッター等を用いてレーザー光が p 型領域に照射されないようにする。例えば、レーザー光の進行方向を高速で変えることができる A O 変調器を、被処理物である基板とレーザー発振装置との間の光路に設けてシャッターとして使

用しても良い。

【 0 1 1 7 】

図 1 2 (B) において 8 7 1 は、半導体膜 8 5 0 の p 型領域に対してレーザー光が実線の矢印の方向に沿って走査された際に、レーザー光が走査された領域（軌跡）である。

【 0 1 1 8 】

p 型領域に含まれるのは領域 8 6 0 の全てと、領域 8 6 1、8 6 2、8 6 3、8 6 5 のうちの幾つかであり、それぞれ軌跡 8 7 1 と重なっている。なお、図 1 2 (A) の場合と同様に、p 型領域に対するレーザー光の走査経路が、例えば領域 8 6 4 等の n 型領域と重なる場合は、シャッター等を用いてレーザー光が p 型領域に照射されないようにする。

【 0 1 1 9 】

上記構成により、同一基板上の n 型領域と p 型領域において、各レーザー光の走査速度を適宜設定し、各領域において結晶の配向率を制御することができる。

【 0 1 2 0 】

なお、活性層となる領域 8 6 0 ～ 8 6 5 は、後に形成される T F T のチャネル長方向とレーザー光の走査方向とが一致するようにレイアウトされている方が、移動度の向上の点からいって望ましい。

【 0 1 2 1 】

また、半導体表示装置における画素部や各種回路は、図 1 2 に示すようにレイアウトする必要はなく、またレイアウトに合わせて適宜レーザー光の走査経路やシャッター等で遮蔽する箇所を定めれば良い。

【 0 1 2 2 】

(実施例 2)

本実施例では、実施の形態において示した方法とは異なる、ゲッターリングの一実施例について説明する。本実施例では、特開平 1 0 - 1 3 5 4 6 8 号公報または特開平 1 0 - 1 3 5 4 6 9 号公報に記載された技術を用いた。同公報に記載された技術は、非晶質半導体膜の結晶化に用いた触媒元素を結晶化後にリンのゲッターリング作用を用いて除去する技術である。同技術を用いることで、結晶質半導

体膜中の触媒元素の濃度を $1 \times 10^{17} \text{atms/cm}^3$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{16} \text{atms/cm}^3$ にまで低減することができる。

【0123】

図13 (A) に示すように、レーザー光の照射により結晶性が高められた第1の結晶性半導体膜1401と、触媒元素により結晶化された後レーザー光の照射により結晶性が高められた第2の結晶性半導体膜1402とが、共に基板1403上に形成された状態を、実施の形態1または実施の形態2に従って形成する。第1の結晶性半導体膜1401はn型領域に、第2の結晶性半導体膜1402はp型領域に相当する

【0124】

そして、第1の結晶性半導体膜1401と第2の結晶性半導体膜1402を覆うように、マスク用の酸化シリコン膜1404を150nmの厚さで形成し、パターンニングにより開口部を設け、第2の結晶性半導体膜1402の一部を露出させる。そして、リンを添加して、第2の結晶性半導体膜1402にリンが添加された領域1405を設ける。

【0125】

この状態で、窒素雰囲気中で550～800℃、5～24時間、例えば600℃、12時間の熱処理を行うと、第2の結晶性半導体膜1402にリンが添加された領域1405がゲッタリングサイトとして働き、第2の結晶性半導体膜1402に残存していた触媒元素が、リンの添加されたゲッタリング領域1405に偏析する(図13 (B))。

【0126】

そして、リンが添加された領域1406とをエッチングして除去することにより、第2の結晶性半導体膜1402のうち除去されなかった部分において、触媒元素の濃度を $1 \times 10^{17} \text{atms/cm}^3$ 以下にまで低減させることができる。

【0127】

次に、マスク用の酸化シリコン膜1404を除去し、第2の結晶性半導体膜1402のうち除去されなかった部分と、第1の結晶性半導体膜1401とをパターンニングすることで、島状の半導体膜を形成することができる。

【 0 1 2 8 】

本実施例は、実施例 1 と組み合わせて実施することが可能である。

【 0 1 2 9 】

(実施例 3)

本実施例では、本発明の作製方法を用いて形成された半導体装置の詳しい構成について説明する。なお、本実施例では発光素子を用いた発光装置を例に挙げて説明するが、本発明はこれに限定されない。本発明は液晶表示装置であっても良いし、その他の半導体表示装置であっても良い。また、半導体表示装置以外の半導体装置であっても良い。

【 0 1 3 0 】

図 1 4 に示す本実施例の発光装置は、インターフェース (I/F) 6 5 0 と、パネルリンクレシーバー (Panel Link Receiver) 6 5 1 と、位相ロックドループ (PLL : Phase Locked Loop) 6 5 2 と、信号変換部 (FPGA : Field Programmable Logic Device) 6 5 3 と、SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory) 6 5 4、6 5 5 と、ROM (Read Only Memory) 6 5 7 と、電圧調整回路 6 5 8 と、電源 6 5 9 とを有している。なお本実施例では SDRAM を用いているが、SDRAM の代わりに、高速のデータの書き込みや読み出しが可能であるならば、DRAM (Dynamic Random Access Memory) や、SRAM (Static Random Access Memory) を用いることができる。

【 0 1 3 1 】

インターフェース 6 5 0 を介して半導体表示装置に入力されたデジタルの映像信号は、パネルリンクレシーバー 6 5 1 においてパラレルーシリアル変換されて R、G、B の各色に対応する映像信号として信号変換部 6 5 3 に入力される。

【 0 1 3 2 】

またインターフェース 6 5 0 を介して半導体表示装置に入力された各種信号をもとに、パネルリンクレシーバー 6 5 1 において H s y n c 信号、V s y n c 信号、クロック信号 C L K、交流電圧 (AC Cont) が生成され、信号変換部 6 5 3 に入力される。

【 0 1 3 3 】

位相ロックドループ 6 5 2 では、半導体表示装置に入力される各種信号の周波数と、信号変換部 6 5 3 の動作周波数の位相とを合わせる機能を有している。信号変換部 6 5 3 の動作周波数は半導体表示装置に入力される各種信号の周波数と必ずしも同じではないが、互いに同期するように信号変換部 6 5 3 の動作周波数を位相ロックドループ 6 5 2 において調整する。

【 0 1 3 4 】

R O M 6 5 7 は、信号変換部 6 5 3 の動作を制御するプログラムが記憶されており、信号変換部 6 5 3 はこのプログラムに従って動作する。

【 0 1 3 5 】

信号変換部 6 5 3 に入力された映像信号は、一旦 S D R A M 6 5 4、6 5 5 に書き込まれ、保持される。信号変換部 6 5 3 では、S D R A M 6 5 4 に保持されている全ビットの映像信号のうち、全画素に対応する映像信号を 1 ビット分づつ読み出し、信号線駆動回路に入力する。

【 0 1 3 6 】

また信号変換部 6 5 3 では、各ビットに対応する、発光素子の発光期間の長さに関する情報を走査線駆動回路に入力する。

【 0 1 3 7 】

また電圧調整回路 6 5 8 は各画素の発光素子の陽極と陰極の間の電圧を、信号変換部 6 5 3 から入力される信号に同期して調整する。電源 6 5 9 は一定の高さの電圧を、電圧調整回路 6 5 8、信号線駆動回路 6 6 0、走査線駆動回路 6 6 1 及び画素部 6 6 2 に供給している。

【 0 1 3 8 】

本実施例は、実施例 1 または 2 と自由に組み合わせて実施することが可能である。

【 0 1 3 9 】

(実施例 4)

本発明の半導体装置を用いた電子機器として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンボ等）、ノート型パー

ソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはDVD：Digital Versatile Disc等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうる装置）などが挙げられる。それら電子機器の具体例を図15に示す。

【0140】

図15（A）は表示装置であり、筐体2001、支持台2002、表示部2003、スピーカー部2004、ビデオ入力端子2005等を含む。本発明の半導体装置を表示部2003またはその他信号処理回路に用いることで、表示装置が完成する。なお表示装置は、パソコン用、TV放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用表示装置が含まれる。

【0141】

図15（B）はデジタルスチルカメラであり、本体2101、表示部2102、受像部2103、操作キー2104、外部接続ポート2105、シャッター2106等を含む。本発明の半導体装置を表示部2102またはその他信号処理回路に用いることで、デジタルスチルカメラが完成する。

【0142】

図15（C）はノート型パーソナルコンピュータであり、本体2201、筐体2202、表示部2203、キーボード2204、外部接続ポート2205、ポインティングマウス2206等を含む。本発明の半導体装置を表示部2203またはその他信号処理回路に用いることで、ノート型パーソナルコンピュータが完成する。

【0143】

図15（D）はモバイルコンピュータであり、本体2301、表示部2302、スイッチ2303、操作キー2304、赤外線ポート2305等を含む。本発明の半導体装置を表示部2302またはその他信号処理回路に用いることで、モバイルコンピュータが完成する。

【0144】

図15（E）は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（具体的にはDVD再生装置）であり、本体2401、筐体2402、表示部A2403、表示部B2

4 0 4、記録媒体（D V D等）読み込み部 2 4 0 5、操作キー 2 4 0 6、スピーカ部 2 4 0 7等を含む。表示部 A 2 4 0 3は主として画像情報を表示し、表示部 B 2 4 0 4は主として文字情報を表示する。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。本発明の半導体装置を表示部 A 2 4 0 3、B 2 4 0 4またはその他信号処理回路に用いることで、画像再生装置が完成する。

【 0 1 4 5 】

図 1 5（F）はゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）であり、本体 2 5 0 1、表示部 2 5 0 2、アーム部 2 5 0 3を含む。本発明の半導体装置を表示部 2 5 0 2またはその他信号処理回路に用いることで、ゴーグル型ディスプレイが完成する。

【 0 1 4 6 】

図 1 5（G）はビデオカメラであり、本体 2 6 0 1、表示部 2 6 0 2、筐体 2 6 0 3、外部接続ポート 2 6 0 4、リモコン受信部 2 6 0 5、受像部 2 6 0 6、バッテリー 2 6 0 7、音声入力部 2 6 0 8、操作キー 2 6 0 9等を含む。本発明の半導体装置を表示部 2 6 0 2またはその他信号処理回路に用いることで、ビデオカメラが完成する。

【 0 1 4 7 】

ここで図 1 5（H）は携帯電話であり、本体 2 7 0 1、筐体 2 7 0 2、表示部 2 7 0 3、音声入力部 2 7 0 4、音声出力部 2 7 0 5、操作キー 2 7 0 6、外部接続ポート 2 7 0 7、アンテナ 2 7 0 8等を含む。なお、表示部 2 7 0 3は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電流を抑えることができる。本発明の半導体装置を表示部 2 7 0 3またはその他信号処理回路に用いることで、携帯電話が完成する。

【 0 1 4 8 】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に用いることが可能である。また、本実施例の電子機器は実施例 1～3に示したいずれの構成の半導体装置を用いても良い。

【 0 1 4 9 】

【発明の効果】

本発明によって、同一基板上に $\{110\}$ の配向比率が高い半導体膜と、 $\{100\}$ の配向比率が高い半導体膜とを作り分けることができる。そして、 $\{110\}$ の配向比率が高い半導体膜を用いて p チャンネル型 T F T を形成し、 $\{100\}$ の配向比率が高い半導体膜を用いて n チャンネル型 T F T を形成することで、高集積化を妨げずにそれぞれの T F T の移動度、ひいてはオン電流を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 T F T の移動度と、 $\{100\}$ 面からの角度との関係を示す実測データ。

【図 2】 走査速度ごとの逆極点図。

【図 3】 走査速度と配向比率の関係を示す図。

【図 4】 横成長した半導体膜と、非晶質半導体膜とにレーザー光を照射した場合の逆極点図。

【図 5】 触媒元素を用いた結晶化の有無と、レーザー光の走査速度の制御により、結晶の配向率を制御する方法を示す概念図。

【図 6】 本発明の半導体装置の作製方法を示す図。

【図 7】 本発明の半導体装置の作製方法を示す図。

【図 8】 本発明の半導体装置の作製方法を示す図。

【図 9】 縦成長した半導体膜と、非晶質半導体膜とにレーザー光を照射した場合の逆極点図。

【図 10】 本発明の半導体装置の作製方法を示す図。

【図 11】 本発明の半導体装置の作製方法を示す図。

【図 12】 レーザー光の走査経路を示す図。

【図 13】 ゲッタリングの一実施例を示す図。

【図 14】 発光装置のブロック図。

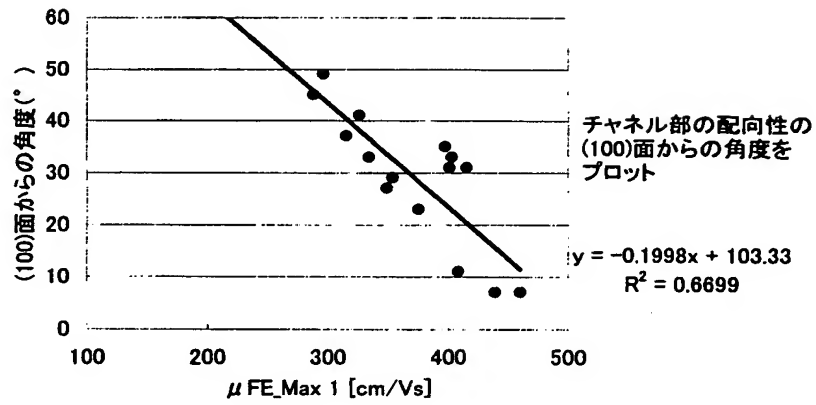
【図 15】 電子機器の図。

特 2 0 0 2 - 2 0 0 5 5 5

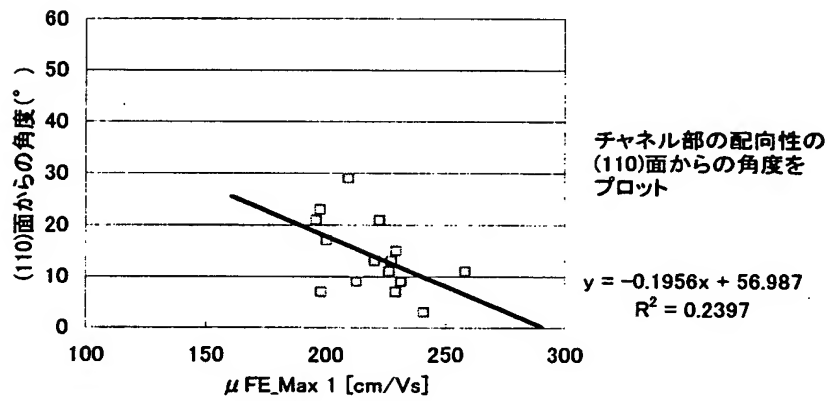
【書類名】 図面

【図 1】



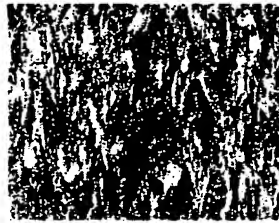
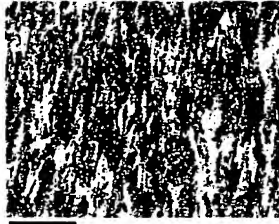
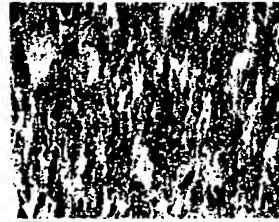
(A)



(B)




【図 2】

走査速度	Inverse Pole Figure マップ	配向比率
2cm/sec	 25.00 μm × 50.00 μm IPF [001]	{100} : 8.1% {110} : 4.9% {111} : 2.0%
3cm/sec	 25.00 μm × 50.00 μm IPF [001]	{100} : 7.9% {110} : 4.2% {111} : 1.9%
20cm/sec	 25.00 μm × 50.00 μm IPF [001]	{100} : 9.2% {110} : 8.8% {111} : 1.7%
50cm/sec	 25.00 μm × 50.00 μm IPF [001]	{100} : 3.4% {110} : 9.1% {111} : 2.0%
90cm/sec	 25.00 μm × 50.00 μm IPF [001]	{100} : 1.5% {110} : 15.7% {111} : 1.1%

Gray Scale Map Type: <none>

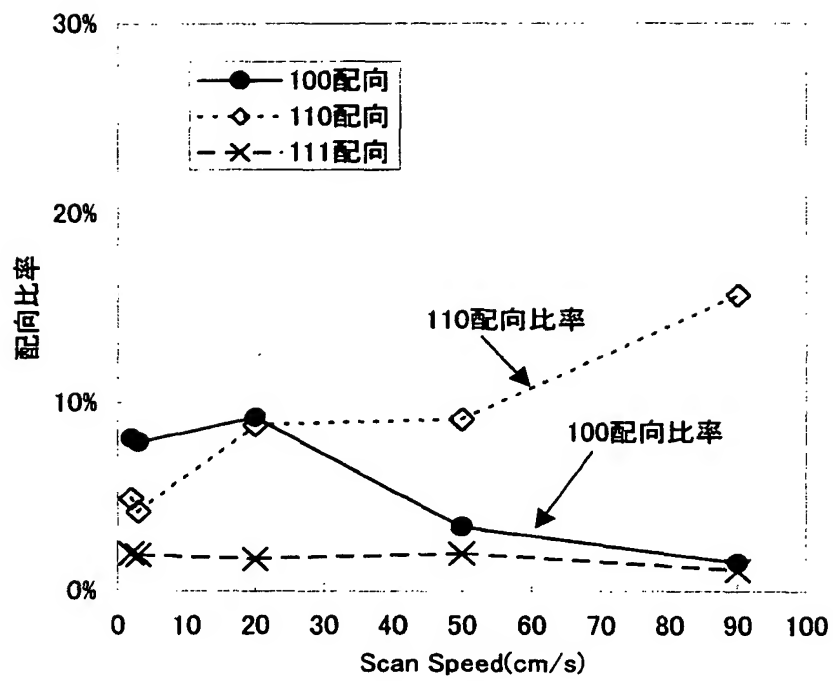
Color Coded Map Type: Inverse Pole Figure [001]

Its_perfect

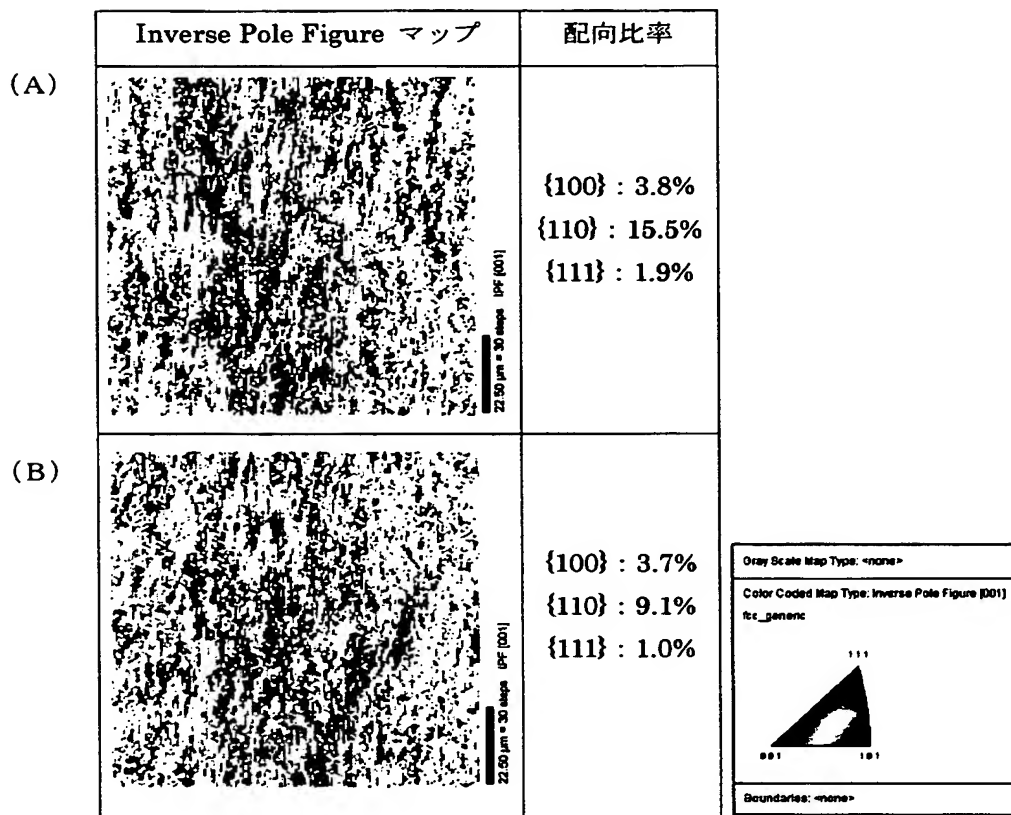


Boundaries: <none>

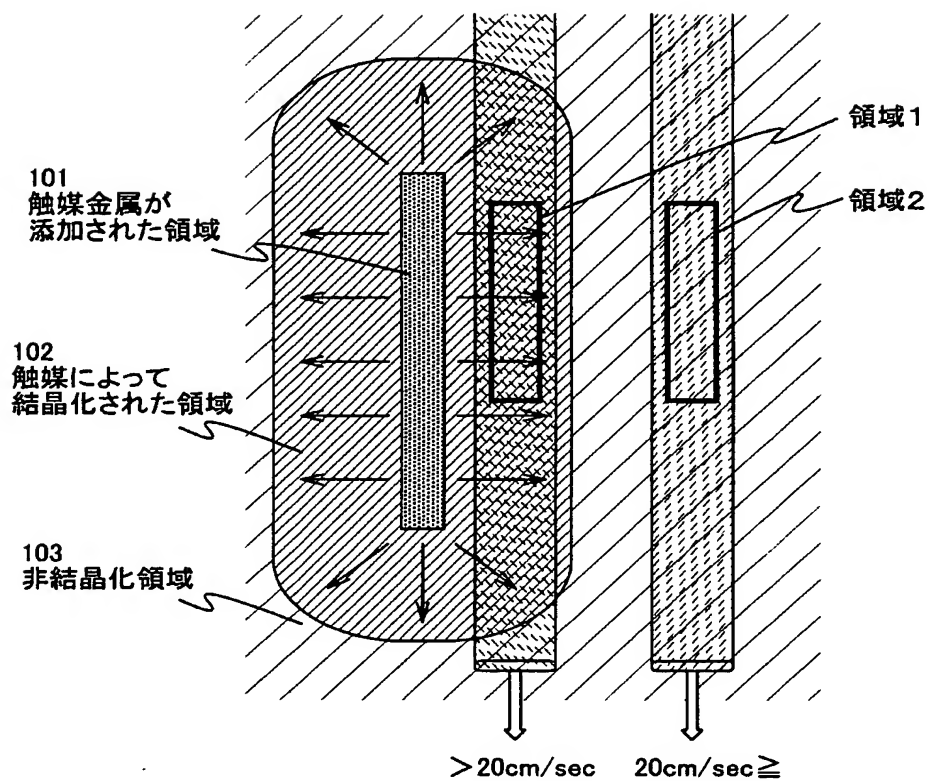
【図3】



【図 4】

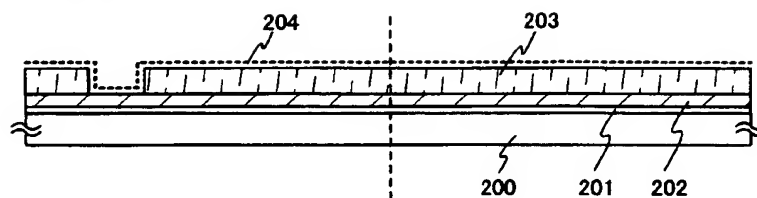


【図 5】

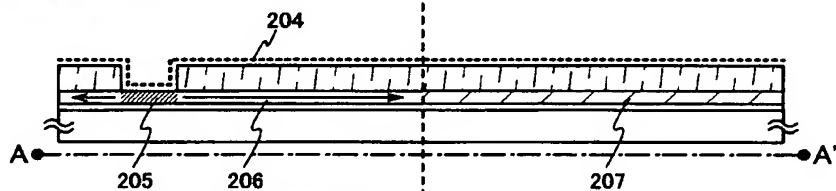


【図 6】

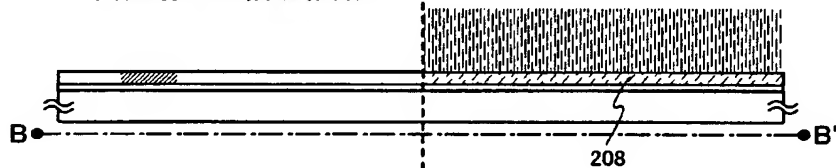
(A) Ni含有溶液塗布



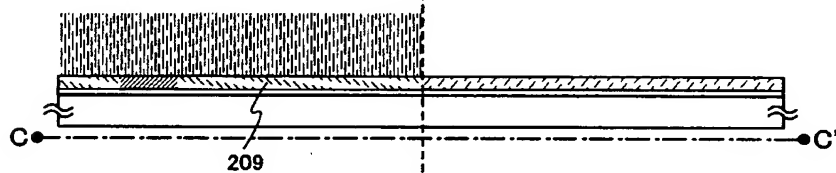
(B) 加熱・結晶化



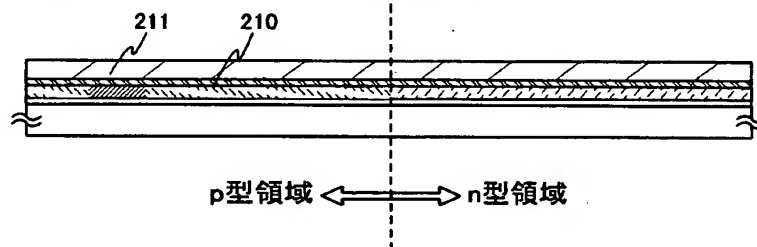
(C) レーザー-光照射・n型領域結晶化



(D) レーザー-光照射・p型領域結晶化

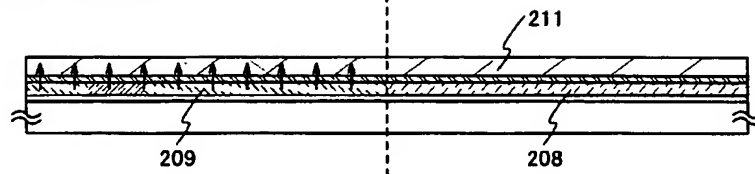


(E) バリア層の形成 希ガスを含む半導体膜の形成

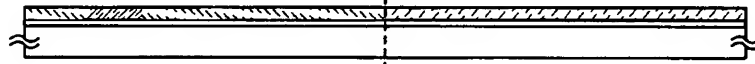


【図 7】

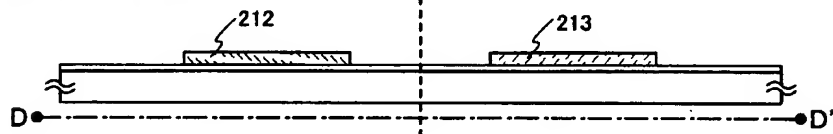
(A) 加熱・ゲッタリング



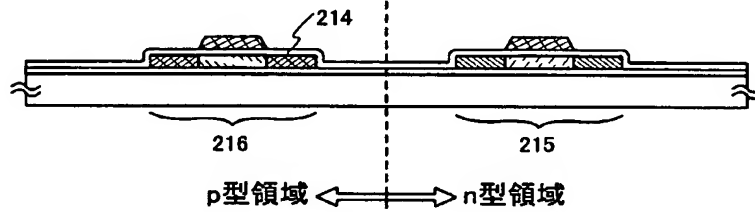
(B) 希ガスを含む半導体膜及びバリア層除去



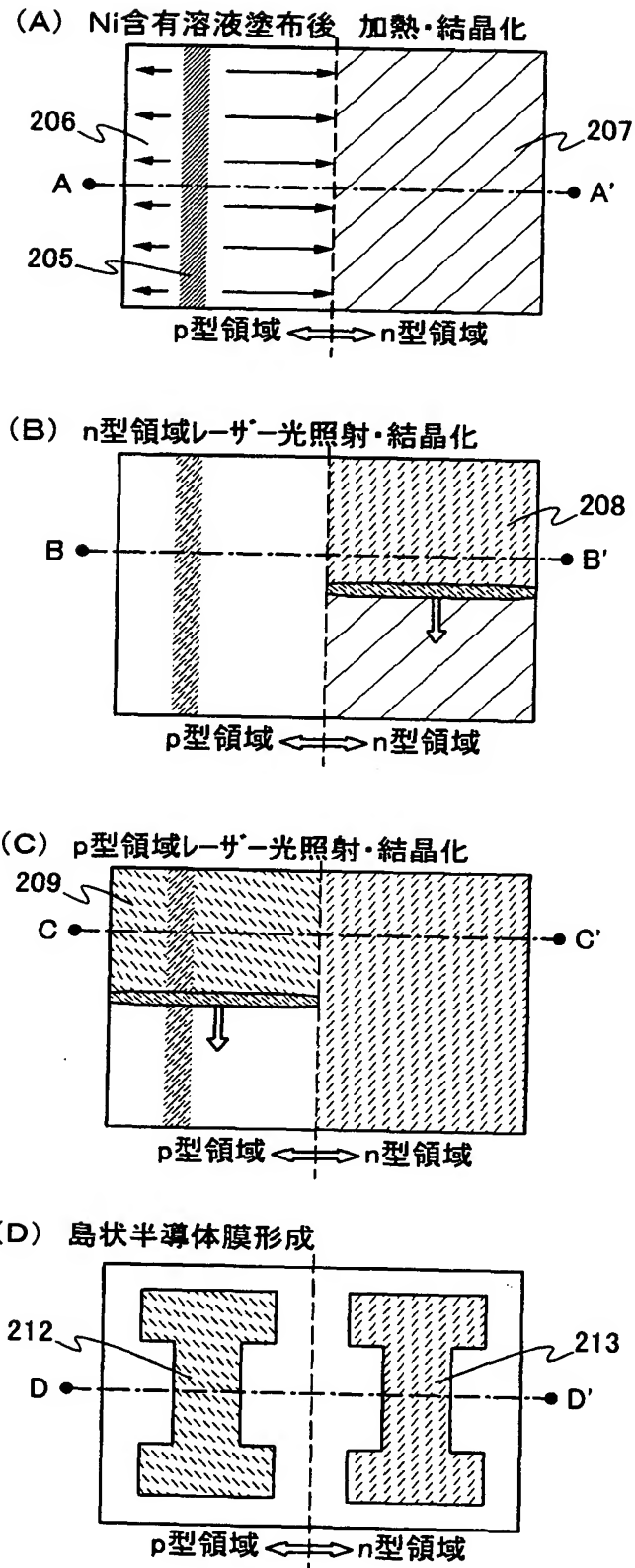
(C) 島状半導体膜形成



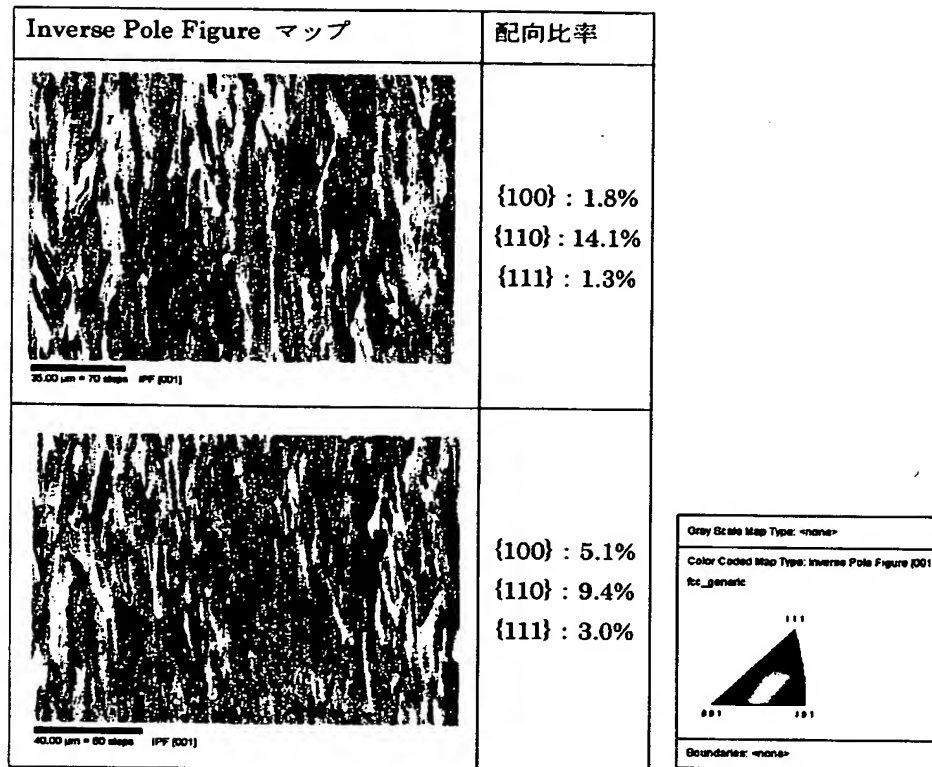
(D) TFT完成



【図 8】

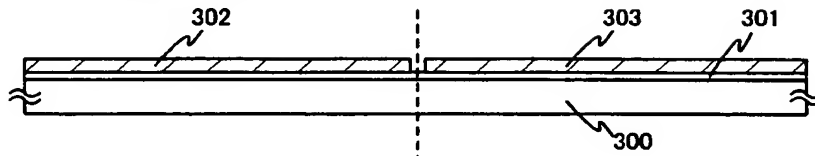


【図 9】

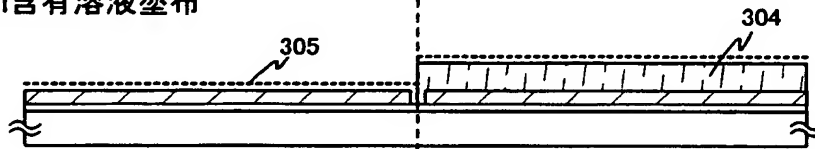


【図 1 0】

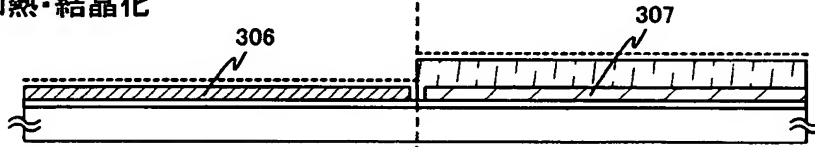
(A) p型領域n型領域分離



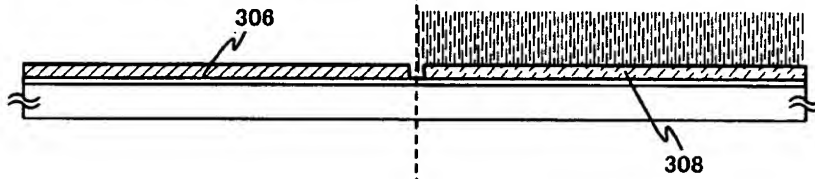
(B) Ni含有溶液塗布



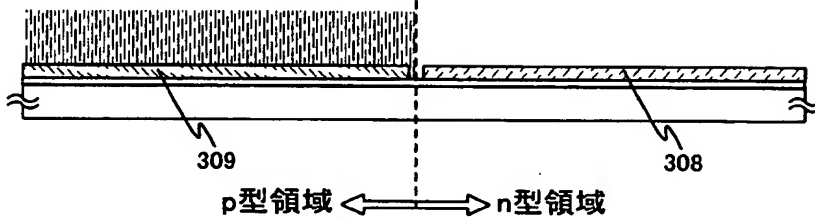
(C) 加熱・結晶化



(D) レーザー光照射・n型領域結晶化

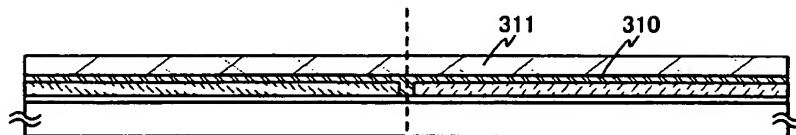


(E) レーザー光照射・p型領域結晶化

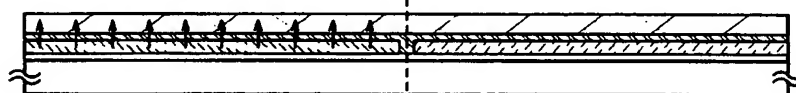


【図 1 1】

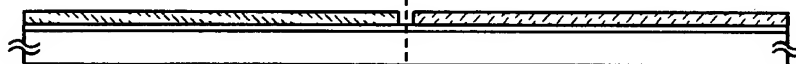
(A) バリア層の形成 希ガスを含む半導体膜の形成



(B) 加熱・ゲッタリング



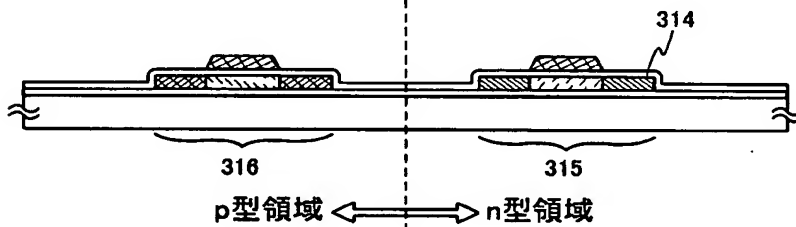
(C) 希ガスを含む半導体膜及びバリア層除去



(D) 島状半導体膜形成



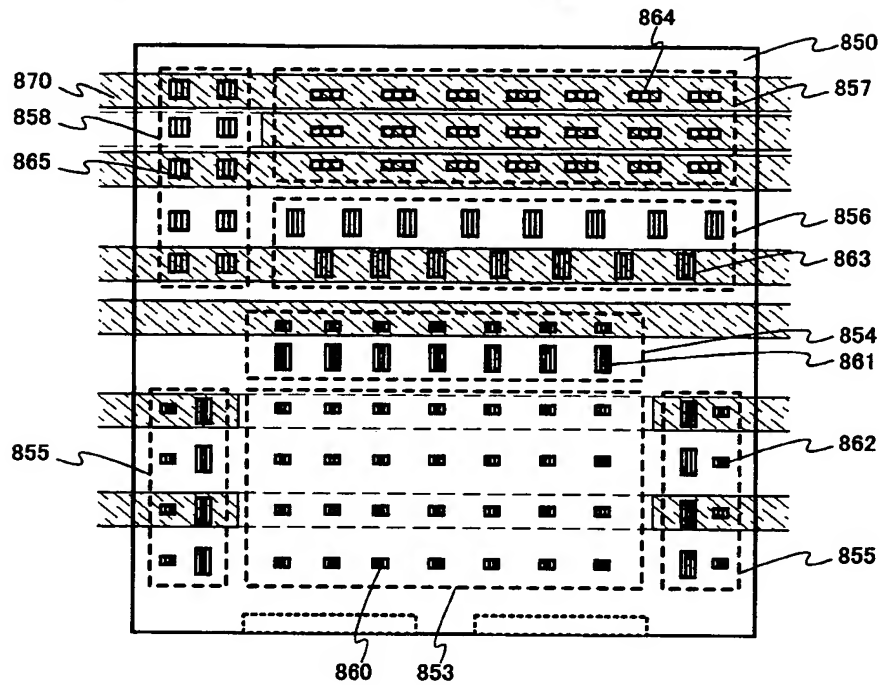
(E) TFT完成



【図 1 2】

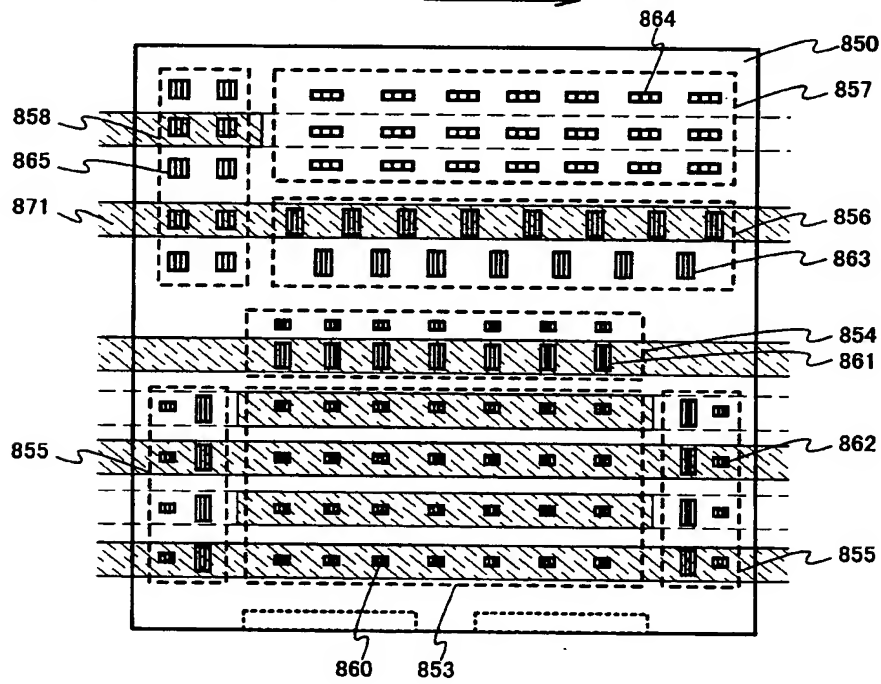
(A) n型領域レーザー光照射

レーザー光の走査方向

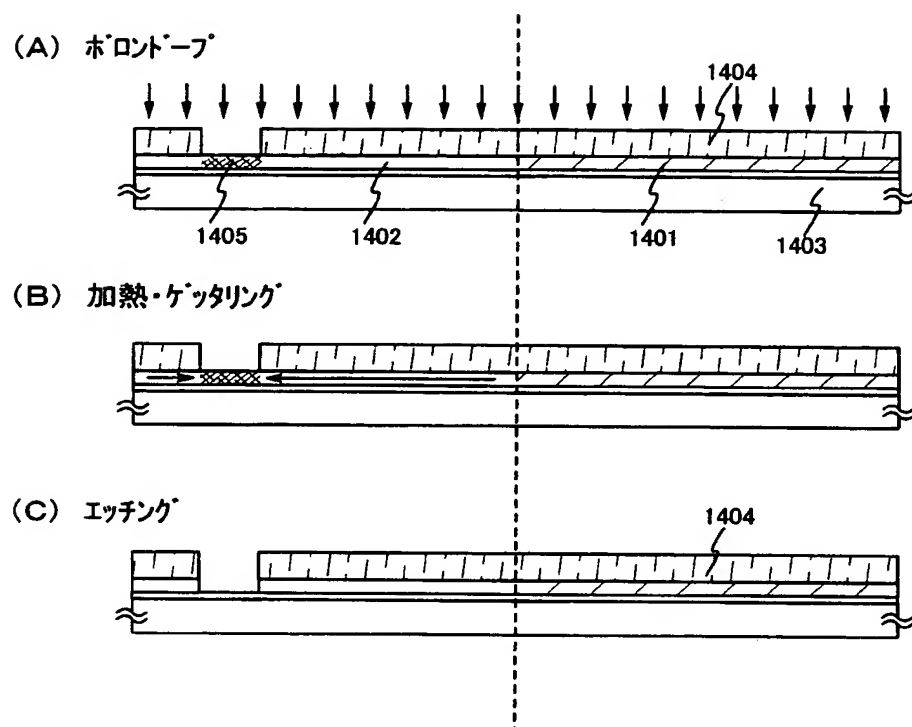


(B) p型領域レーザー光照射

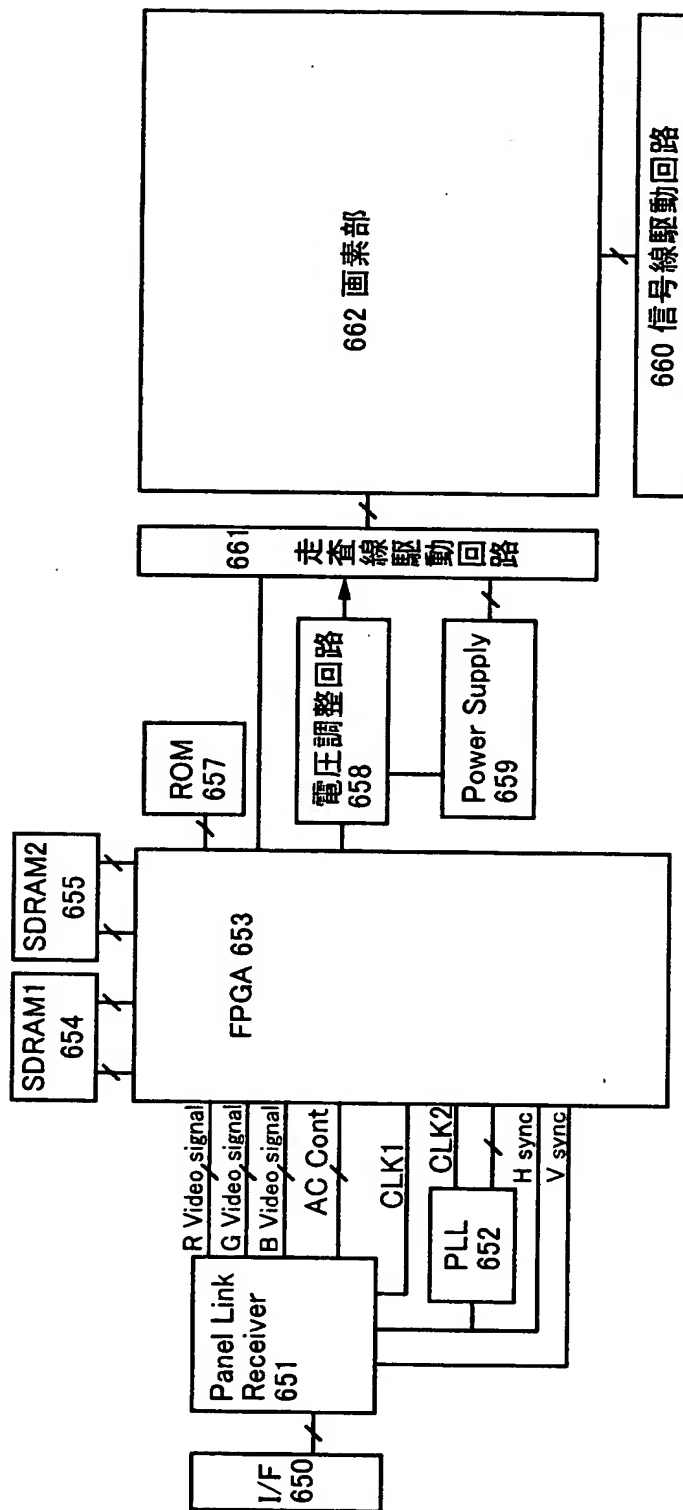
レーザー光の走査方向



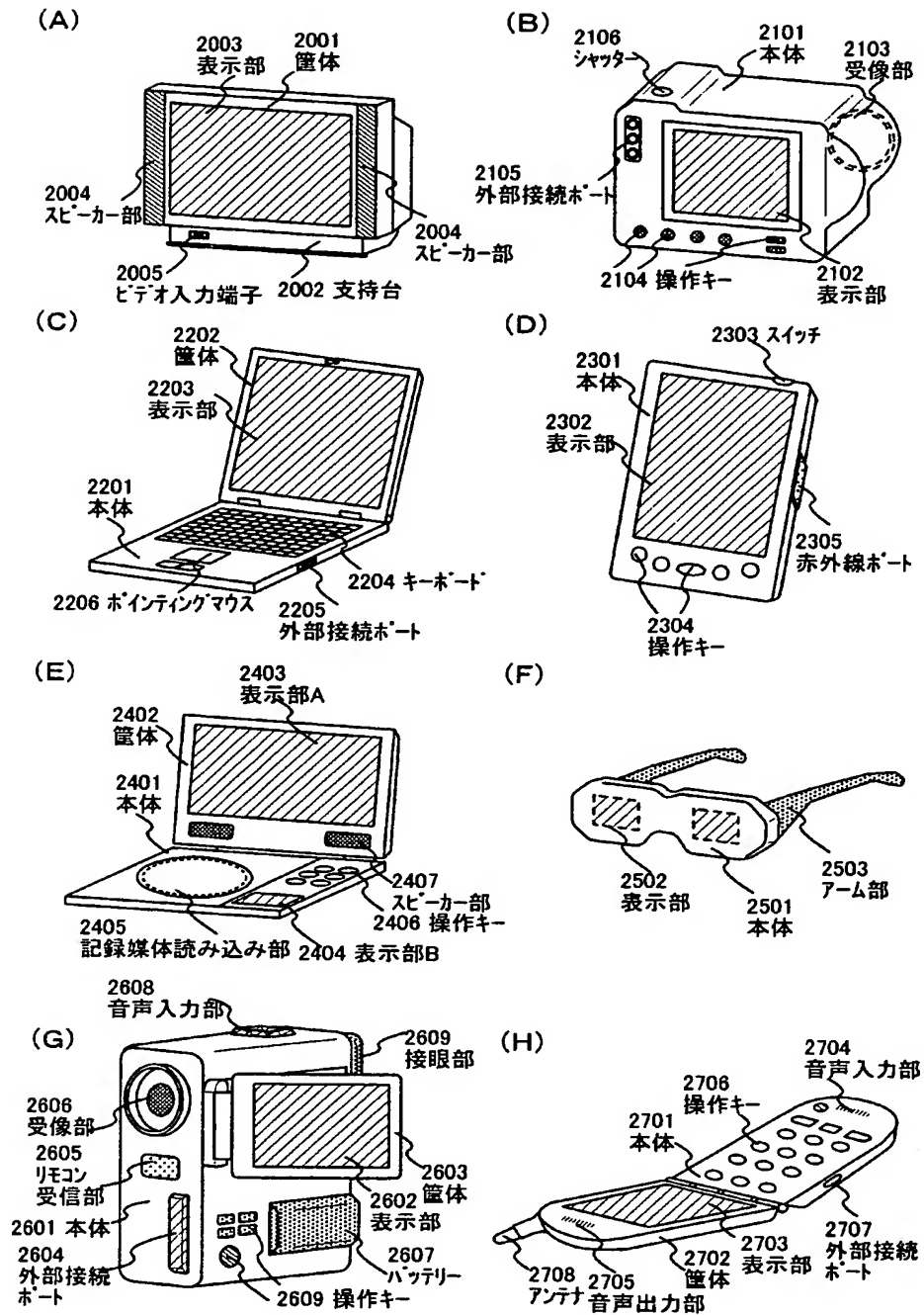
【図 1 3】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高集積化を妨げずに、多結晶 T F T のオン電流及び移動度を高めることができる半導体装置の作製方法と、それによって得られる半導体装置の提供を課題とする。

【解決手段】 半導体膜に触媒元素を添加して加熱することで、結晶性が高められた第 1 の領域と、第 1 の領域と比較して結晶性が劣っている第 2 の領域とを形成し、第 1 の領域に第 1 のレーザー光を照射することで、第 1 の領域よりも結晶性が高められた第 3 の領域を形成し、第 2 の領域に第 2 のレーザー光を照射することで、第 2 の領域よりも結晶性が高められた第 4 の領域を形成し、第 3 の領域と第 4 の領域をパターニングして、第 1 の島状の半導体膜と、第 2 の島状の半導体膜をそれぞれ形成し、第 1 と第 2 のレーザー光は、互いにエネルギー密度が同じであり、第 1 のレーザー光の走査速度は第 2 のレーザー光の走査速度より速いことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000153878]

1. 変更年月日 1990年 8月17日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県厚木市長谷398番地
氏 名 株式会社半導体エネルギー研究所